



OSASUN SAILA

Osasun Sailburuordetza

Osasun Publikoaren eta Adikzioen Zuzendaritza

DEPARTAMENTO DE SALUD

Viceconsejería de Salud

Dirección de Salud Pública y Adicciones

EVALUACIÓN DE LA CONTAMINACIÓN DEL AIRE ASOCIADA AL DESLIZAMIENTO E INCENDIO EN EL VERTEDERO DE ZALDIBAR

Vitoria-Gasteiz, 19 de octubre de 2020

Contenido

1.- INTRODUCCIÓN.....	4
2.- ALCANCE DEL INFORME	5
3.- COMPUESTOS ORGÁNICOS VOLÁTILES.....	6
3.1 MATERIAL Y MÉTODO	6
3.1.1 Toma de muestras y equipos de muestreo.....	6
3.1.2 Método de cuantificación	6
3.1.3 Puntos de muestreo	7
3.1.4 Metodología de evaluación de efectos para la salud.....	8
3.2 RESULTADOS.....	10
3.2.1 Muestreos en continuo (Ermua y Eibar)	10
3.2.2 Muestreos manuales.....	11
3.3 DISCUSIÓN	12
3.4 CONCLUSIONES	13
3.5 BIBLIOGRAFIA	14
4.- PARTÍCULAS (PM10), HIDROCARBUROS AROMÁTICOS POLICICLICOS (HAP) Y METALES PESADOS.....	16
4.1 MATERIAL Y METODO	17
4.1.1 Toma de muestras y equipos de muestreo.....	17
4.1.2 Técnica analítica	17
4.1.3 Puntos de muestreo	18
4.1.4 Metodología de evaluación de efectos para la salud.....	18
4.2 RESULTADOS.....	20
4.3 DISCUSIÓN	23
4.4 CONCLUSIONES	24
4.5 BIBLIOGRAFIA	25
5.- DIOXINAS.....	27
5.1 INTRODUCCIÓN.	27
5.1.1 Generalidades.	27
5.1.2 Factores de equivalencia tóxica (TEF) y equivalentes tóxicos (TEQ).....	28

5.1.3 Origen/Fuente.....	29
5.1.4 Dioxinas y efectos en la salud de la población general.....	29
5.1.5 Referencias disponibles para la evaluación de resultados.....	30
5.1.6. Presencia de dioxinas en distintos medios.	32
5.2 MATERIAL Y METODO.	33
5.2.1 Toma de muestras y equipos de muestreo.....	33
5.2.2 Técnica analítica.....	33
5.2.3 Puntos de muestreo.....	34
5.3 RESULTADOS.....	35
5.4 DISCUSIÓN.....	37
5.5.- CONCLUSIONES.....	39
5.6 REFERENCIAS.....	40
6.- AMIANTO.....	44
6.1 MATERIAL Y METODO.....	45
6.1.1 Toma de muestras y equipos de muestreo.....	45
6.1.2 Técnica analítica.....	45
6.1.3 Puntos de muestreo.....	45
6.2 RESULTADOS.....	47
6.3 CONCLUSIONES.....	47
6.4 BIBLIOGRAFIA.....	47
ANEXO 1.- PARÁMETROS ANALIZADOS.....	48
ANEXO 2.- UBICACIÓN DE PUNTOS DE MUESTREO.....	51
ANEXO 3.- ESTADÍSTICOS COMPUESTOS ORGÁNICOS VOLÁTILES.....	55
ANEXO 4.- COMPUESTOS ORGANICOS VOLATILES. COMPARACIÓN CON REFERENCIAS.....	63
ANEXO 5.- ESTADÍSTICOS DE PM10, HIIDROCARBUROS AROMÁTICOS POLÍCLICOS Y METALES-..	70
ANEXO 6.- RESULTADOS DE DIOXINAS Y FURANOS (PCDD/F) Y PCBs.....	75

1.- INTRODUCCIÓN

El día 6 de febrero de 2020, sobre las 16.30h, el vertedero de residuos no peligrosos propiedad de Verter Recycling 2002 S.L. y ubicado en el término municipal de Zaldibar, sufrió un deslizamiento de la masa de residuo vertido. Al día siguiente se inició un incendio con varios focos en la parte superior del vertedero. Este incendio se mantuvo activo hasta el día 18 de febrero, con reigniciones la noche del día 20 y la madrugada del día 22, que quedaron controladas en unas horas. En la siguiente ortofoto se puede observar la ubicación del vertedero y el entorno del mismo.



La Red de Control de Calidad de Aire de la Viceconsejería de Medio Ambiente en coordinación con el Laboratorio de Salud Pública movilizaron a partir del día 8 recursos para realizar una vigilancia de la calidad del aire. En este sentido, en cuanto a la fuente, se estableció la vigilancia para contaminantes que se pueden emitir durante las combustiones y una batería de compuestos orgánicos volátiles, teniendo en cuenta su relevancia desde el punto de vista de la salud. En la selección de los puntos a muestrear, se consideraron la distribución de la población del entorno y la dispersión de los contaminantes en base a las condiciones meteorológicas. Dentro de las opciones posibles, se seleccionaron los puntos donde se preveía mayor afección y, por tanto, mayor riesgo para la salud. En un radio de 5 km del vertedero, se encuentran las poblaciones de Eibar, Ermua y Zaldibar, con una población global de unos 46.500 habitantes. Se elaboró un primer plan de vigilancia de control de la calidad del aire para la fase posterior al derrumbe y el incendio y un segundo plan de seguimiento¹ por la Red de Control de Calidad de Aire en colaboración con la Dirección de Salud Pública y Adicciones.

La información detallada sobre el muestreo (puntos y frecuencias), determinaciones analíticas e interpretación de los resultados de la vigilancia desde el punto de vista de calidad del aire ambiente se puede encontrar en el informe realizado por la Viceconsejería de Medio Ambiente².

El presente informe tiene por objeto la evaluación de los resultados de la vigilancia de la calidad del aire desde el punto de vista del riesgo para la salud de la población.

¹ [Plan de control y vigilancia de la calidad del aire](#)

² [Informe sobre la monitorización de los niveles de calidad del aire en el entorno del vertedero de Zaldibar.](#)

Desde el inicio del incidente se contemplaron las diferentes fases de análisis del riesgo: evaluación del riesgo para la salud, adopción de medidas para la gestión del posible riesgo y finalmente la comunicación específica a las partes interesadas y general a la ciudadanía. Todas estas se realizaron de forma continuada por la Viceconsejería de Salud en el marco de la Mesa técnica para la coordinación y seguimiento sobre el derrumbe del vertedero de Zaldibar liderada por el Gobierno Vasco.

Los resultados de los niveles de dioxinas y furanos medidos en el aire precisaron la adopción de medidas de gestión del riesgo como la de priorizar las labores de extinción del incendio y la de comunicar una serie de recomendaciones preventivas a la población para minimizar la exposición a estos contaminantes. La comunicación de los resultados de la vigilancia y de las actuaciones realizadas se realizó a través de las ruedas de prensa diarias de la Mesa de seguimiento y coordinación, ruedas de prensa específicas del Departamento de Salud para comunicar medidas en relación con la calidad del aire, boletines informativos a través de las páginas web de los Departamentos competentes en medio ambiente y en salud y a través de reuniones informativas con la población de las zonas afectadas. Los primeros resultados de dioxinas y furanos de la muestra tomada el 9 de febrero se obtuvieron el día 14 sobre las 14.30h, tras el tiempo necesario para el traslado al laboratorio y la realización de las determinaciones analíticas. Ese mismo día sobre las 17.30h, en base al principio de precaución, se realizaron dos recomendaciones a la población a través de una rueda de prensa: se aconsejaba no ventilar las viviendas y mantener las ventanas cerradas el mayor tiempo posible, especialmente por la noche; y, en la medida de lo posible, se recomendaba no realizar actividad deportiva al aire libre hasta nuevo aviso. El Departamento de Salud decidió levantar estas recomendaciones de precaución y prevención el día 20 de febrero tras analizar la situación del incendio y los resultados de las muestras tomadas entre el 10 y 16 de febrero.

Este informe se ha estructurado en base a los grupos de contaminantes seleccionados para la vigilancia. Estos grupos son:

- Compuestos Orgánicos Volátiles (COV)
- Material particulado (PM10), Hidrocarburos Aromáticos Policíclicos (HAP) y metales
- Dioxinas y furanos (PCDD/F y PCB)
- Amianto

Dado que el incendio fue la principal fuente de emisión de contaminantes en este deslizamiento de parte de la masa de residuos del vertedero, el tratamiento de los datos y la discusión de los resultados para cada grupo de contaminantes, salvo en el caso de amianto, se ha realizado considerando dos fases: incendio activo e incendio sofocado.

2.- ALCANCE DEL INFORME

Este informe describe el análisis de los datos y la evaluación de los posibles riesgos para la salud de la población derivados de la exposición por vía inhalatoria a las emisiones provocadas por el incendio en el vertedero de Zaldibar desde el 8 hasta el 18 de febrero (11 días en los que el incendio estuvo activo). Incluye también los resultados de la vigilancia del aire realizada una vez sofocado el fuego hasta el 14 de marzo, lo que permite tener un perfil de estos contaminantes en el entorno sin el impacto de las emisiones del incendio.

3.- COMPUESTOS ORGÁNICOS VOLÁTILES

Los compuestos orgánicos volátiles (en adelante COV) son compuestos orgánicos que se presentan en estado gaseoso a la temperatura ambiente o que son muy volátiles a dicha temperatura. Tienen un origen tanto natural como antropogénico (debido a la evaporación de disolventes orgánicos, a la quema de combustibles, al transporte, etc.).

El término COV agrupa a una gran cantidad de tipos de compuestos químicos, entre los que se incluyen los hidrocarburos alifáticos y aromáticos; los hidrocarburos clorados, aldehídos, cetonas, éteres, ácidos y alcoholes.

Los efectos para la salud de este grupo de los COV pueden variar mucho según el compuesto y comprenden desde un alto grado de toxicidad hasta ausencia de efectos conocidos. Estos efectos dependerán de la naturaleza de cada compuesto, de la concentración a la que se encuentra en el aire y del período de exposición al mismo.

La exposición a corto plazo puede causar irritación de los ojos y las vías respiratorias, dolor de cabeza, mareo, trastornos visuales, fatiga, pérdida de coordinación, reacciones alérgicas de la piel, náuseas y trastornos de la memoria. Cuando la exposición se prolonga durante largos periodos de tiempo, los COV pueden causar daños en el hígado, los riñones o el sistema nervioso central (Rumchev et al., 2007). Algunos COV tienen efecto cancerígeno como por ejemplo el benceno (IARC, 2018).

3.1 MATERIAL Y MÉTODO

3.1.1 Toma de muestras y equipos de muestreo

Los COV se muestrearon en continuo con cromatógrafos on-line que permiten tener resultados aproximadamente cada hora (unidades móviles UM 7 y UM 8) y mediante muestras manuales con tubos que se cuantificaron posteriormente en la UM 7.

La toma de muestras en las unidades móviles se realiza durante periodos de 10 (UM 7) y 25 minutos (UM 8) a un caudal de 0,5 L/min y 40 mL/min respectivamente. Para los muestreos manuales se utiliza una bomba para programar la toma de aire y el caudal a muestrear (0,33 L/min durante periodos de 15 minutos).

3.1.2 Método de cuantificación

La cuantificación se llevó a cabo mediante un equipo de desorción térmica acoplado a una unidad gases-masas GC/MSD 5975T. El método desarrollado permite determinar 172³ compuestos estimados de referencia por la Organización Mundial de la Salud (OMS) y la Agencia Medioambiental Americana (USEPA). El límite de cuantificación de cada COV es 0,10 µg /m³. Las muestras se analizaron en el laboratorio de Salud Pública del Departamento de Salud. El listado de COV analizados se puede consultar en el [anexo 1](#).

³173 compuestos en la UM8

3.1.4 Metodología de evaluación de efectos para la salud

La evaluación de los posibles riesgos para la salud de la población derivados de la exposición por vía inhalatoria a las emisiones de COV durante el episodio, se realizó mediante el establecimiento de valores de cribado que permitieran la valoración de los resultados a medida que se iban obteniendo. Esta metodología está basada en los análisis de cribado inicial descritos en las guías para la evaluación de riesgos en salud elaboradas por la Agencia para el Registro de Enfermedades y Sustancias Tóxicas de los EEUU (ATSDR)⁴ y la Agencia de Protección Ambiental de los EEUU (USEPA)⁵.

Los valores para el cribado se obtuvieron a partir de las concentraciones de referencia (CR) derivadas por organismos y agencias internacionales. Estas CR representan la dosis o concentración de una sustancia a la que las personas pueden estar expuestas sin que se produzcan efectos adversos para la salud. Deben ser entendidas como niveles de comparación o de screening, en ningún caso deben considerarse umbrales de toxicidad. Se derivan a partir de la información toxicológica disponible para la vía y periodo de exposición de interés (corto, intermedio y largo plazo) y para distintos tipos de efectos en salud (efectos agudos y crónicos diferentes al cáncer y efecto cáncer).

En el cribado inicial realizado, los valores máximos detectados en los muestreos (máximos horarios) se comparan con concentraciones de referencia para efecto no cáncer a largo plazo (efecto crónico). Esta metodología permite, cuando los niveles de contaminantes se encuentran por debajo de esas CR, descartar riesgos con un amplio margen de seguridad y vigilar tendencias en los niveles de contaminantes con tiempo suficiente para tomar medidas en caso de que sea necesario. En el caso de que algún valor máximo horario supere este nivel inicial, se realiza un segundo cribado comparando la concentración media del compuesto en el periodo analizado con la misma referencia de largo plazo y en caso de que exista una referencia horaria se compara el máximo horario detectado con ella (ATSDR, 2016). Si no se superan las referencias del segundo cribado, se considera poco probable que se produzcan efectos adversos derivados de la exposición al contaminante.

Para la evaluación de este episodio no se han considerado las referencias para el efecto cáncer, por estar diseñadas para minimizar el riesgo de cáncer de las exposiciones que ocurren durante toda la vida, no siendo, por tanto, relevantes para realizar el cribado y evaluar los impactos inmediatos en la salud pública de las concentraciones de contaminantes ambientales que ocurren como resultado del incendio.

Para establecer los valores de cribado se han consultado las siguientes referencias:

- Valores guía y objetivo de la Organización Mundial de la Salud (WHO-OMS)⁶,
- Minimal Risk Levels (MRL)⁷ de ATSDR.
- Reference Concentration (RfC)⁸ del banco de datos IRIS (Integrated Risk Information System), derivados por la USEPA.

⁴ <https://www.atsdr.cdc.gov/hac/PHAManual/toc.html>

⁵ <https://www.epa.gov/risk/guidelines-human-exposure-assessment>

⁶ Disponibles en: <http://www.euro.who.int/en/publications/abstracts/air-quality-guidelines-for-europe>

⁷ MRL (Minimal Risk Levels)- son una estimación de exposición diaria a una sustancia peligrosa a la que las personas pueden estar expuestas sin que exista un riesgo apreciable de efectos adversos para la salud durante un periodo de tiempo determinado. Disponibles en: <http://www.atsdr.cdc.gov/mrls/mrlist.asp>

⁸ RfC (Reference Concentration)- Estimación de un nivel de concentración (con un grado de incertidumbre que abarca quizás un orden de magnitud) de una exposición continua por inhalación a la que puede estar expuesta la población humana

- Provisional Peer-Reviewed Toxicity Values (PPRTV)⁹ de la USEPA.

Para los compuestos que carecen de valor de referencia en las bases de datos anteriores, se han consultado también:

- Reference Exposure Levels (REL)¹⁰ derivados por la OEHHA (Office of Environmental Health Hazard Assessment) de la Agencia de Protección Ambiental de California (CalEPA).
- Effects Screening Levels (ESL)¹¹ y Air Monitoring Comparison Values (AMCV)¹² de la Comisión de Calidad Ambiental de Texas (TCEQ).

En el caso de que existan diferentes referencias para un mismo contaminante, se han seleccionado priorizando las derivadas por las principales agencias (OMS, ATSDR y USEPA) y entre ellas, la referencia más baja. Las referencias de la OEHHA y de TCEQ se han utilizado sólo para los compuestos que no tenían referencia de las agencias anteriores seleccionando igualmente, la más restrictiva.

Para los hidrocarburos alifáticos de cadena corta C5-C8 (GR_AL1) y media C9-C18 (GR_AL2) y para los aromáticos de cadena media C9-C16 (GR_AR), que no tienen asignada una concentración de toxicidad específica, se ha seguido la metodología desarrollada por la EPA en su documento “Valores provisionales de toxicidad para mezclas complejas de hidrocarburos alifáticos y aromáticos” (EPA, 2009a). La evaluación consiste en asignar a las diferentes fracciones o grupos de hidrocarburos, la concentración de referencia del compuesto o mezcla de compuestos considerado “representante” o “subrogado” del grupo. A los alifáticos de cadena corta se les ha asignado como representante el Hexano comercial. A los alifáticos de cadena media se les asigna la concentración de referencia correspondiente a la mezcla comercial de esa fracción que contiene menos de 1% de aromáticos. Al grupo de aromáticos de cadena media se les asignan los valores de toxicidad correspondientes a la fracción de la nafta aromática de alto punto de inflamación.

Para el orto-, meta- y para-xileno, se considera el valor de referencia de toxicidad de la mezcla de los tres isómeros. Los trimetilbencenos (1,2,3-trimethylbenzene, 1,2,4-trimethylbenzene y 1,3,5-trimethylbenzene) tienen la misma CR por lo que se ha comparado la suma de los tres. Finalmente, con la intención de disponer de un indicador global de la exposición a los COV, se ha creado la variable TCOV (Total de COV) mediante la suma de todos los compuestos orgánicos volátiles detectados (por encima del límite de cuantificación) en cada medida horaria.

Comparación con referencias legales

(incluyendo subgrupos sensibles) sin que se aprecien efectos perjudiciales para la salud durante toda la vida. Disponible en: <https://cfpub.epa.gov/ncea/iris/search/index.cfm>

⁹ PPRTV - Provisional Peer Reviewed Toxicity Values for Superfund.- son referencias provisionales que no tienen el consenso requerido como para ser incluidas en IRIS. Disponibles en: <https://hhpprtv.ornl.gov/quickview/pprtv.php>

¹⁰ REL (Reference Exposure Levels)- Son concentraciones de una sustancia química a la que, o por debajo de la cual, se considera poco probable que se produzcan efectos adversos distintos al cáncer en la población, incluidos los subgrupos sensibles. Disponibles en: <http://oehha.ca.gov/air/allrels.html>

¹¹ ESL (Effects Screening Levels)- son concentraciones en aire establecidas para proteger la salud y el bienestar humanos. Generalmente se derivan a partir de límites de exposición laboral divididos por factores de seguridad para proteger a la población general. Disponibles en: https://www.tceq.texas.gov/toxicology/esl/list_main.html/#esl_2

¹² AMCV (Air Monitoring Comparison Values).- AMCV es un término genérico utilizado para describir las concentraciones de aire específicas de los productos químicos que se utilizan para evaluar los datos de monitoreo del aire que se establecen para proteger la salud y el bienestar humanos. Disponibles en: <https://www.tceq.texas.gov/toxicology/database/tox>

El único compuesto orgánico volátil que está regulado en la normativa de calidad del aire es el benceno. El Real Decreto 102/2011, de 28 de enero, relativo a la mejora de la calidad del aire, establece un valor límite para el promedio anual de benceno, de 5 µg/m³.

3.2 RESULTADOS

3.2.1 Muestreos en continuo (Ermua y Eibar)

En la unidad móvil 7 (UM 7) del Barrio San Lorenzo de Ermua se dispone de 221 muestras en el periodo en el que el incendio estuvo activo (del 8 al 18 febrero) y 593 muestras posteriormente hasta el 14 de marzo una vez sofocado el mismo. En Eibar- plaza de Unzaga (UM 8) se dispone de datos en continuo a partir del 12 de febrero con un total de 166 datos durante el incendio y 659 en el periodo posterior.

De los 172 COV analizados, 108 no se han detectado nunca en el periodo de estudio en ninguna de las dos ubicaciones.

En la tabla 1 se indican el número de compuestos detectados durante todo el periodo de estudio y aquellos que se detectan en más del 10% de las muestras.

Tabla 1.- Compuestos detectados.

	ERMUA		EIBAR	
	Incendio Activo	Incendio sofocado	Incendio Activo	Incendio sofocado
Nº compuestos detectados	47	45	56	57
% detección > 10%	26	29	32	21

No se aprecian diferencias importantes en el número de COV durante y después del fuego en ninguna de las dos ubicaciones. El perfil de COV detectados en ambos puntos de muestreo es similar.

La estadística descriptiva de los compuestos que se han detectado por encima del límite de cuantificación (LC) en alguna muestra, está disponible en el [anexo 3](#). Se observa que en ambas ubicaciones las medias de benceno, etilbenceno y estireno descienden al sofocarse el incendio. En Ermua, durante el incendio también se detectan los valores máximos de estos tres compuestos. En Eibar el máximo de etilbenceno se detecta el 22 de febrero sobre las 8:30 de la mañana.

Comparación con referencias

El único valor horario que ha superado el nivel del cribado inicial (concentraciones de referencia para efectos crónicos) ha sido el máximo horario de benceno detectado en Eibar durante el incendio. Todos los demás resultados horarios son inferiores.

En el [anexo 4](#) se detallan para cada ubicación los compuestos detectados, el número y porcentaje de muestras por encima del límite de cuantificación, el máximo horario y la concentración media de cada compuesto para cada periodo (incendio activo y sofocado) junto con las concentraciones de referencias que se han seleccionado para la comparación.

El máximo horario de benceno detectado en Eibar ($14,24 \mu\text{g}/\text{m}^3$) ha superado el MRL crónico¹³ derivado por la ATSDR ($9,6 \mu\text{g}/\text{m}^3$). Este valor se detectó en la madrugada del día 13 de febrero (a las 02:50 horas) cuando el incendio estaba activo. Los valores horarios anterior y posterior a esa hora fueron $4,5$ y $1,2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ respectivamente.

Se ha comparado el promedio de benceno durante el incendio ($1,07 \mu\text{g}/\text{m}^3$) con el MRL crónico (ATSDR, 2007, apéndice revisado en 2015) y el máximo horario con el REL para una hora derivado para este compuesto por la OEHHA (OEHHA, 2008, revisado en 2014) (tabla 2). Los valores detectados están por debajo de las correspondientes referencias para el periodo de interés por lo que se considera poco probable que se produzcan efectos adversos derivados de la exposición a este contaminante.

Tabla 2. Máximos horarios y promedios de Benceno y concentraciones de referencia ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)

	Incendio activo		Incendio sofocado		CONCENTRACION DE REFERENCIA	
	Máximo horario	Media (SD)	Máximo horario	Media (SD)	REL 1h (OEHHA)	MRL crónico (ATSDR)
Benceno Eibar ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	14,24	1,07 (1,40)	3,21	0,45 (0,37)	27 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	9,6 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Benceno Ermua ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	9,56	0,90 (1,20)	2,20	0,40 (0,32)		

Comparación con legislación

El valor límite anual establecido para el benceno en el Real Decreto 102/2011, de 28 de enero, relativo a la mejora de la calidad del aire, es de $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ como promedio de un año.

3.2.2 Muestreos manuales

Se han realizado 54 muestreos manuales en 11 puntos entre el 8 y el 26 de febrero. El número de muestras de cada punto es variable, desde un único muestreo hasta 21.

El número de compuestos detectados al menos en una muestra en cada uno de los puntos, se detalla en la tabla 3. En los puntos marcados con un asterisco, las muestras se tomaron cuando el incendio estaba sofocado. De los 172 compuestos analizados, 108 no se han detectado en ningún muestreo manual.

Tabla 3.- Número de compuestos identificados. (n=nº de muestras)

¹³ MRL crónico- Estimación de exposición diaria a una sustancia peligrosa a la que las personas pueden estar expuestas sin que exista un riesgo apreciable de efectos adversos para la salud durante un periodo superior a 365 días.

EIBAR					ELGETA		ERMUA	MALLABIA		ZALDIBAR		
Amaña (n=4)	Hospital (n=1)	Santainés (n=21)	Unzaga (n=3)	Urkizu (n=1)	Agroturismo (n=1)	Pueblo (n=2)	Ermua (n=1)	Elmoste,8 (n=1)	Elmoste 8 (n=1)*	Eitzaga (n=9)	Eitzaga (n=8)*	Herria (n=1)
41	16	58	38	31	9	10	21	19	28	46	50	17

En el "Informe sobre la monitorización de los niveles de calidad del aire en el entorno del vertedero de Zaldibar tras el deslizamiento del día 6 de febrero de 2020"¹⁴ de la Viceconsejería de Medio Ambiente se puede consultar un resumen con las fechas, horarios y puntos de muestreo. Este informe también adjunta como anexo los informes emitidos por el Laboratorio de Salud Pública con los compuestos identificados y resultados en cada muestreo manual.

Comparación con referencias

Ningún máximo horario supera las CR para efectos no cáncer a largo plazo seleccionadas. El máximo de benceno detectado en los muestreos manuales (3,38 µg/m³), se detectó en Zaldibar (Eitzaga) el 18 de febrero con el incendio activo. En esta ubicación también se detectó el máximo de los muestreos manuales de estireno el mismo día.

En el [anexo 4](#) (4.C) se indican, para cada punto de muestreo, los máximos horarios y las referencias con las que se han comparado.

3.3 DISCUSIÓN

Existen pocas publicaciones sobre el impacto de incendios en vertederos en la calidad del aire del entorno. En el incendio de un vertedero ocurrido en Canadá en 2014 (Weichenthal et al., 2015) que se mantuvo activo durante 3 meses, realizaron una vigilancia de la calidad del aire que incluía la vigilancia de los niveles de compuestos orgánicos volátiles, hidrocarburos aromáticos policíclicos y metales asociados al material particulado y dioxinas y furanos. De acuerdo a los autores, el impacto del incendio se aprecia claramente en los niveles de benceno y dioxinas /furanos.

En lo referente a los COV, en el artículo se aportan los resultados de benceno, considerado representante de todo el grupo. La media de benceno (muestras de 24 h) cuando el incendio estaba activo fue de 1,13 µg/m³. Con el incendio sofocado la media descendió a 0,163 µg/m³. En el incendio del vertedero de Zaldibar, las medias de benceno con el incendio activo son 1,07 en Eibar y 0,90 µg/m³ en Ermua, y descienden a 0,45 y 0,40 µg/m³ respectivamente en los días posteriores.

Limitaciones e incertidumbres

Los resultados de esta evaluación deben interpretarse sin obviar el nivel de certidumbre/incertidumbre existente que deriva del nivel de conocimiento o grado de evidencia científica del momento respecto a los efectos en salud críticos y a las referencias toxicológicas empleadas.

La mayoría de los valores de referencia utilizados se obtienen a partir de estudios toxicológicos con animales por lo que contienen cierto grado de incertidumbre debido a la falta de información toxicológica o epidemiológica sobre las personas.

¹⁴ [Informe sobre la monitorización de los niveles de calidad del aire en el entorno del vertedero de Zaldibar.](#)

Existen pocos datos en la bibliografía que permitan valorar los posibles efectos para la salud de mezclas complejas de contaminantes. La valoración de muchos de los compuestos detectados en la zona estudiada se ha realizado de manera individualizada. Por otro lado, muchos de los compuestos alifáticos y aromáticos detectados no disponen de una referencia toxicológica propia y se han utilizados valores de referencia provisionales derivados de otros compuestos o de mezclas de compuestos semejantes. La mezcla de contaminantes ocurrida durante el incendio, junto con las partículas en suspensión que se encuentran en el humo, podrían haber ocasionado olores y molestias en la población durante el periodo de exposición.

Existen pocas referencias para la evaluación de efectos agudos por exposiciones de corta duración (horas o varios días) o intermedias.

3.4 CONCLUSIONES

Los resultados de la vigilancia de COV con las unidades móviles en Ermua y Eibar indican que los perfiles de estos contaminantes detectados, durante el incendio y tras el mismo, son similares. El impacto del incendio se aprecia en las concentraciones de algunos compuestos como el benceno y estireno.

Las concentraciones detectadas de los contaminantes están por debajo de las correspondientes referencias para exposiciones a largo plazo, por lo que se no se esperan efectos adversos agudos o crónicos derivados de la exposición a COV.

3.5 BIBLIOGRAFIA

- ATSDR 2005. Agency for Toxic Substances and Disease Registry. Public Health Assessment Guidance Manual (Update). U.S. Department of Health and Human Services Public Health Service.. Atlanta, Georgia. (<https://www.atsdr.cdc.gov/hac/PHAManual/toc.html>)
- ATSDR 2007. Agency for Toxic Substances and Disease Registry (ATSDR). 2007 (apéndice revisado en 2015). Toxicological profile for Benzene). Atlanta, GA: U.S. Department of Health and Human Services, Public Health Service
- ATSDR 2016. Agency for Toxic Substances and Disease Registry. Public Health Assessment. Corpus Christi refineries (site wide activities). U.S. Department of Health and Human Services Public Health Service. Division of Community Health Investigations. Division of Toxicology and Human Health Sciences. Atlanta, Georgia.
- ATSDR 2019. Agency for Toxic Substances and Disease Registry. Toxicological Profile for Tetrachloroethylene. U.S. Department of Health and Human Services, Public Health Service. Atlanta, Georgia.
- EPA 1991. Environmental Protection Agency (EPA). Integrated Risk Information System (IRIS) Chemical Assessment Summary for Acetophenone. National Center for Environmental Assessment. (https://cfpub.epa.gov/ncea/iris2/chemicalLanding.cfm?substance_nmbr=321)
- EPA 2009a. U.S. Environmental Protection Agency (EPA). Provisional Peer Reviewed Toxicity Values for Complex Mixtures of Aliphatic and Aromatic Hydrocarbons. Cincinnati Ohio: Superfund Health Risk Technical Support Center National Center for Environmental Assessment: Office of Research and Development., US Environmental Protection Agency; 2009a.
- EPA 2011. Environmental Protection Agency (EPA). Provisional Peer-Reviewed Toxicity Values for Acetophenone. Superfund Health Risk Technical Support Center National Center for Environmental Assessment Office of Research and Development. EPA/690/R-11/002F Final. U.S. Environmental Protection Agency. Cincinnati, OH 45268 (<https://cfpub.epa.gov/ncea/pprtv/documents/Acetophenone.pdf>)
- EPA 2012. U.S. Environmental Protection Agency (EPA). Toxicological review of tetrachloroethylene (Perchloroethylene). In Support of Summary Information on the Integrated Risk Information System (IRIS) 2012. EPA/635/R-08/011F. Washington, DC: EPA. (https://cfpub.epa.gov/ncea/iris/iris_documents/documents/toxreviews/0106tr.pdf)
- EPA 2019. U.S. Environmental Protection Agency (EPA). Guidelines for Human Exposure Assessment. (EPA/100/B-19/001). Washington, D.C.: Risk Assessment Forum, U.S. EPA. Disponible en: (<https://www.epa.gov/risk/guidelines-human-exposure-assessment>)
- IARC 2018. International Agency for Research in Cancer. Benzene. IARC Monographs on the Evaluation of Carcinogenic Risks to Humans Volume 120. Lyon, France – 2018. (<https://monographs.iarc.fr/list-of-classifications/>)

Molhave L. (2001). Sensory irritation by VOCs: 12 exposure experiments, chapter 25, in Molhave, L. (1991). Volatile Organic Compounds, Indoor Air Quality and Health. Indoor Air, 1, 357-376. Seifert B. (1990). Regulating Indoor Air. Proc. Indoor Air 5:35-39.

OEHHA 2008. Technical Supporting Document for Noncancer RELs, Appendix D1. Updated 2014. (<https://oehha.ca.gov/air/chemicals/benzene>)

Rumchev K, Brown H, Spickett J. Volatile organic compounds: do they present a risk to our health? Rev Environ Health 2007;22(1):39–55.

Weichenthal S, Van Rijswijk D, Kulka R, You H, Van Ryswyk K, Willey J, et al. The impact of a landfill fire on ambient air quality in the north: A case study in Iqaluit, Canada. Environ Res. 2015;142:46-50.

WHO 2000. World Health Organization. Regional Office for Europe. (2000). Air quality guidelines for Europe, 2nd ed. Copenhagen : WHO Regional Office for Europe. Disponible en: <http://www.euro.who.int/en/publications/abstracts/air-quality-guidelines-for-europe>

4.- PARTÍCULAS (PM10), HIDROCARBUROS AROMÁTICOS POLICICLICOS (HAP) Y METALES PESADOS

La vigilancia de la calidad del aire en el entorno del vertedero de Zaldibar ha incluido el seguimiento de los niveles de Hidrocarburos Aromáticos Policíclicos (HAP) y metales asociados a las partículas PM10 (partículas de menos de 10 micras de diámetro).

La fracción **PM10** incluye partículas gruesas (2,5-10 micras) y partículas finas PM2,5 (de menos de 2,5 micras). Estas últimas (PM2,5) se depositan en los alvéolos, la parte más profunda del sistema respiratorio, pudiendo generar efectos más severos sobre la salud. Las primeras se forman principalmente por procesos mecánicos como actividades de construcción, resuspensión de polvo y el viento. Las fuentes de las partículas finas incluyen todo tipo de combustiones como las procedentes de los automóviles, plantas de energía, incendios y algunos procesos industriales.

Los efectos que puede provocar la inhalación de partículas en suspensión en la salud humana dependen de varios factores, de los cuales los más importantes son la duración de la exposición, el tamaño de partícula y su composición química. La exposición a partículas se ha relacionado con una gran variedad de efectos adversos para la salud tanto a corto como a largo plazo. Los efectos predominantes son relativos a sistema respiratorio y cardiovascular e incluyen irritación de las vías respiratorias inferiores, disminución de la función pulmonar en niños y adultos y aumento de la incidencia de Enfermedad Pulmonar Obstructiva Crónica (EPOC). La exposición a partículas también se ha relacionado con otros efectos como la arterioesclerosis, efectos adversos al nacimiento, enfermedad de Alzheimer o diabetes (WHO, 2015). Se ha demostrado que el riesgo de efectos adversos aumenta con la exposición y no hay evidencia de que exista un nivel por debajo del cual no haya efectos (WHO, 2006).

Los **HAP** son un grupo de compuestos que se forman principalmente durante la combustión incompleta de la materia orgánica incluida la biomasa y la madera, el diésel y el carbón. Se encuentran generalmente en el ambiente como una mezcla de varios compuestos, siendo el más estudiado de todos ellos el benzo(a)pireno (B(a)P), por lo que se suele utilizar como representante principal del grupo. En general, la toxicidad aguda de los HAP en animales se considera de baja a moderada (IPCS, 1998; EPA, 2006). A elevadas concentraciones, el B(a)P y el naftaleno pueden causar irritación en los ojos y sensibilización de la piel en animales (EPA, 2006; CDC, 2009). Tanto la Agencia Internacional para la Investigación del Cáncer (IARC) como la EPA han determinado que el benzo(a)pireno es cancerígeno para los humanos. La IARC lo clasifica como cancerígeno Grupo I (IARC, 2012; EPA, 2017). También existe evidencia de que la exposición al B(a)P puede derivar en otros efectos adversos diferentes al cáncer en el sistema cardiovascular, el neurodesarrollo o los efectos sobre el peso al nacer (WHO, 2015).

La presencia de **metales** pesados en las partículas (PM10) en el aire pueden tener múltiples orígenes tanto naturales como antropogénicos. En general, el origen de los metales es muy diverso. Así, metales como antimonio, cobre, zinc y bario (Sb, Cu, Zn y Ba) suelen atribuirse en ambiente urbano al tráfico rodado; vanadio y níquel (V y Ni) a las emisiones de la combustión de fuel-oil y coque de petróleo.

Los metales que generan más preocupación desde el punto de vista de la salud pública son el arsénico (As), cadmio (Cd), níquel (Ni), plomo (Pb) y mercurio (Hg). Los 3 primeros (As, Cd y Ni) son

cancerígenos para los seres humanos. La OMS ha derivado valores guía para estos compuestos y para el manganeso, mercurio, vanadio y cromo (cromo VI) (WHO, 2000).

El plomo puede potencialmente afectar a todos los órganos y sistemas del cuerpo, y en especial al sistema nervioso, originando retraso mental, nacimientos prematuros y retrasos en el crecimiento. El arsénico inorgánico es carcinogénico para el ser humano, es irritante para las vías respiratorias y puede producir daños sanguíneos, cardíacos, hepáticos y renales, además de alterar el sistema nervioso periférico. El cadmio, y en especial el óxido de cadmio, es igualmente carcinogénico para el hombre, y afecta especialmente a los sistemas respiratorio, renal y reproductivo. Diversos compuestos de níquel se encuentran también considerados como carcinogénicos. Puede provocar reacciones alérgicas cutáneas y afectar a la defensa inmune y a los sistemas respiratorio y renal, y reducir la fertilidad.

4.1 MATERIAL Y METODO

4.1.1 Toma de muestras y equipos de muestreo

Para el muestreo de partículas se utilizaron dos captadores de partículas PM₁₀ de bajo volumen DERENDA. Los filtros del captador se analizaron en el Laboratorio de Salud Pública para cuantificar 16 hidrocarburos aromáticos policíclicos y 16 metales pesados ([anexo 1B](#)).

Los muestreos están programados para que sean continuos y los filtros se cambiaron cada 8 horas hasta el 23 de febrero (muestras octohorarias). El día 24 hay una única muestra octohoraria de HAP y a partir del 25, los filtros se cambiaron cada 24 horas. De cada filtro se obtiene la cuantificación de HAP o metales ya que el filtro entero es necesario para su procesamiento.

4.1.2 Técnica analítica

La cuantificación de las concentraciones de HAPs, metales y partículas (PM₁₀) se realizó en el Laboratorio de Salud Pública de acuerdo a los métodos de referencia vigentes.

La determinación de la fracción PM₁₀ se lleva a cabo según la norma UNE-EN 12341:2015.

El análisis de los hidrocarburos aromáticos policíclicos en filtros de PM₁₀ se realiza bajo la norma UNE-ISO 16362:2006, mediante un proceso de extracción con acetonitrilo. El análisis es mediante cromatografía de líquidos de alta resolución (UPLC) con detector de fluorescencia y diodo de array. El límite de cuantificación de cada compuesto es de 0,10 ng/m³ excepto en el caso del acenaftileno, 0,20 ng/m³.

El análisis de la concentración metálica del material particulado se realiza de acuerdo a la norma UNE-EN 14902:2006, mediante digestión en medio ácido. La técnica instrumental empleada es ICP-Masas. Los límites de cuantificación de cada metal se señalan en el [anexo 1](#).

4.1.3 Puntos de muestreo

Los captadores de partículas estuvieron instalados en el Barrio San Lorenzo de Ermua (UM 7) desde el 8 de febrero y en el hospital de Eibar desde el 12 de febrero.

Ubicación	Punto de muestreo	Municipio	Coordenadas UTM30 ETRS89	
			X	Y
Captador 1 (UM7)	Zona San Lorenzo	ERMUA	540859.67	4780794.16
Captador 2	Hospital Eibar	EIBAR	542037.01	4781187.96



4.1.4 Metodología de evaluación de efectos para la salud

Los resultados de las mediciones se han comparado con los valores legales establecidos en el Real Decreto 102/2011 relativo a la mejora de la calidad del aire y con las concentraciones de referencia (CR) derivadas por organismos y agencias internacionales.

Se ha seguido una metodología similar a la descrita para los compuestos orgánicos volátiles, realizando un cribado inicial en el que los valores máximos detectados se comparan con referencias para periodos de exposición de largo plazo y efectos distintos al cáncer. Si algún valor máximo supera este nivel inicial, se realiza un segundo cribado comparando el promedio de la concentración del compuesto en el periodo analizado con la referencia de largo plazo correspondiente.

Para la selección de los valores de cribado, se han seguido los mismos criterios indicados para los COV (priorizando las derivadas por la OMS, ATSDR y EPA y entre ellas, la más baja).

Los resultados de HAP y metales asociados a las PM₁₀ se han obtenido a partir de muestreos octohorarios y de 24 horas. En los resultados por debajo del límite de cuantificación, se ha sustituido este valor por la mitad de dicho límite (LC/2).

PM10

Los niveles de PM10 detectados se han comparado con los límites legislados y los valores guía de la OMS. Para los datos procedentes de muestras octohorarias, la comparación se ha realizado calculando previamente las medias diarias.

Tabla 4.- Valores guía de la OMS y límites legales del RD 102/2011 (promedio anual y límite diario) para PM10.

PM10	Valor límite RD 102/2011	Valor guía OMS
MEDIA ANUAL	40 µg/m ³	20 µg/m ³
MEDIA DIARIA	50 µg/m ³ no podrán superarse en más de 35 ocasiones por año	50 µg/m ³

Hidrocarburos aromáticos policíclicos

El único HAP regulado en la normativa de calidad de aire es el benzo(a)pireno (BaP). El RD 102/2011, en su anexo I, establece un valor objetivo para el BaP de 1ng/m³ medido en la fracción PM10 como promedio de un año natural.

De los 16 HAP analizados, sólo existen referencias para efectos a largo plazo distintos al cáncer para el Naftaleno y el benzo(a)pireno (Tabla 5)¹⁵.

Tabla 5.- Referencias utilizadas para la valoración de HAP (ng/m³)

HAP	(RfC) USEPA	(MRLc) ATSDR	RD 102/2011
Benzo(a)pireno (ng/m ³)	2		1
Naftaleno (ng/m ³)	3000	3670	

Metales

En el caso de los metales las referencias utilizadas son las correspondientes al metal elemental o para el metal y sus compuestos.

El arsénico, cadmio, níquel y plomo tienen límites y valores objetivo establecidos en la normativa relativa a la mejora de la calidad del aire (Real Decreto 102/2011, de 28 de enero).

La OMS, ha derivado valores guía para efectos distintos al cáncer para el cadmio, plomo, manganeso, mercurio y vanadio. Todas estas referencias se refieren a valores promedio anuales a excepción del valor objetivo de la OMS para el vanadio que es para la media de 24 horas (1000 ng/m³).

En la tabla 6 se indican además de estos valores, las concentraciones de referencia (CR) derivadas por agencias internacionales que se ha seleccionado para la valoración. Como se puede observar, los valores legislados para el arsénico y níquel son más restrictivos que las referencias toxicológicas seleccionadas para efectos crónicos diferentes al cáncer ya que están diseñados para proteger también frente al efecto cáncer. No se han encontrado referencias en las bases de datos consultadas para el cerio, hierro, paladio y selenio que permitan su valoración

¹⁵ Para estos compuestos no hemos considerado los ESL (Effects Screening Levels) por ser valores muy altos y muy alejados de las concentraciones detectadas.

Tabla 6.- Referencias utilizadas para la valoración de metales

Compuesto en PM10	RD 102/2011	Valor guía OMS	CR	Fuente
Arsénico (ng/m ³)	6		15	OEHHA
Bario (ng/m ³)			500	EPA-PPRTV
Cadmio (ng/m ³)	5	5	10	ATSDR
Cinc (µg/m ³)			2	ESL
Cobalto (ng/m ³)			100	ATSDR
Cobre (ng/m ³)			1000	ESL
Cromo (ng/m ³)			41	ESL
Manganeso (ng/m ³)	-	150	50	EPA-IRIS
Mercurio (ng/m ³)		1000	200	ATSDR
Níquel (ng/m ³)	20		90	ATSDR
Plomo (µg/m ³)	0,5	0,5	-	-
Vanadio (ng/m ³)		1000 (24 h)	200	ESL

4.2 RESULTADOS

Los datos obtenidos hasta el 14 de marzo y la estadística descriptiva de los resultados obtenidos a lo largo de todo el periodo de estudio, se pueden consultar en los informes del laboratorio¹⁶.

La estadística descriptiva de los resultados con el incendio activo y sofocado de PM10, hidrocarburos aromáticos policíclicos y metales se adjunta en el [anexo 4](#).

PM10

Las medias de PM10 en ambas ubicaciones y en los dos periodos de estudio son inferiores al límite establecido como promedio anual en el RD 102/2011 (40 µg/m³) pero son ligeramente superiores el valor guía anual de la OMS (20 µg/m³) (tabla 7).

Tabla 7.- Medias de PM10 (µg/m³) por ubicación y periodo.

		INCENDIO ACTIVO (08 al 18 febrero)		INCENDIO SOFOCADO (19 febrero -14 marzo)		PERIODO COMPLETO	
		nº datos	Media	nº datos	Media	nº datos	Media
ERMUA	PM10 µg/m ³	29	21	35	22	64	21
	PM10 µg/m ³ (Media día)	8	23	24	22	32	22
EIBAR	PM10 µg/m ³	18	20	35	24	53	22
	PM10 µg/m ³ (Media día)	5	22	24	23	29	23

El valor límite diario (50 µg/m³) se superó los días 28 y 29 de febrero en las dos ubicaciones (máximo PM10 Ermua y Eibar, 76 y 73 µg/m³). Esos días se observaron valores elevados de PM10 de forma generalizada en toda la CAV debido probablemente a intrusiones saharianas. Durante el incendio el valor más alto detectado (60 µg/m³) corresponde a una muestra octohoraria de Eibar del 13 de febrero. La media correspondiente a ese día es de 37 µg/m³.

¹⁶ [Informe sobre la monitorización de los niveles de calidad del aire en el entorno del vertedero de Zaldibar. Anexos 5 y 6.](#)

Los valores guía de la OMS ($20 \mu\text{g}/\text{m}^3$) se establecen como promedio anual, en el periodo completo de estudio que abarca sólo 36 días, la media es ligeramente superior 21 y $22 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Hidrocarburos aromáticos policíclicos

De los 16 HAP analizados, cuatro compuestos no se han detectado en ninguna muestra: acenafteno, fluoreno, antraceno y acenaftileno.

El valor máximo de **benzo(a)pireno** ($1,56 \text{ ng}/\text{m}^3$) se detectó en **Ermua** el 8 de febrero en una muestra octohoraria (16-24h). En esa misma muestra, también se detectan los valores máximos de todos los HAP detectados durante el incendio a excepción del benzo(a)antraceno cuyo valor máximo se registra el día 10 de febrero. En los siguientes muestreos, los valores descienden rápidamente y la media de B(a)P con el incendio activo es $0,23 \text{ ng}/\text{m}^3$ (tabla 8). Cualitativamente, destaca el número de veces que se detecta el criseno en Ermua cuando el incendio estaba activo (68% de las muestras) respecto al periodo posterior (31%) (anexo 4). En **Eibar** los valores máximos de todos los HAP se detectaron con el incendio sofocado, la mayoría el 24 de febrero (00-08h).

En **naftaleno** en fase particulada se ha detectado en dos muestras en Ermua con el incendio sofocado y dos en Eibar. El máximo de este compuesto ($0,28 \text{ ng}/\text{m}^3$) se detectó en Eibar el 27 de febrero (muestra de 24 horas).

En ninguna ubicación se supera el valor de referencia para estos dos compuestos. Las medias de benzo(a)pireno detectadas en ambas ubicaciones son inferiores a valor establecido en el RD 102/2011 como promedio anual.

Tabla 8.- Valores máximos y promedio¹⁷ de B(a)P y naftaleno y comparación con referencias

ERMUA	INCENDIO ACTIVO (n=19) (del 8 al 18 de febrero)					INCENDIO SOFOCADO (n=16) (del 19 de febrero al 14 de marzo)			
HAP PM10 (ng/m³)	n >LC	Máximo	Promedio	CR	Fuente	n>LC	Máximo	Promedio	RD 102/2011
Benzo(a)pireno	10	1,56	0,23	2	EPA-IRIS	7	0,24	0,11	1
Naftaleno	0	-	-	3000	EPA-IRIS	2	0,23	0,07	-

EIBAR	INCENDIO ACTIVO (n=12) (del 12 al 18 de febrero)					INCENDIO SOFOCADO (n=16) (del 19 de febrero al 14 de marzo)			
HAP PM10 (ng/m³)	n >LC	Máximo	Promedio	CR	Fuente	n>LC	Máximo	Promedio	RD 102/2011
Benzo(a)pireno	4	0,38	0,12	2	EPA-IRIS	7	0,85	0,15	1
Naftaleno	0	-	-	3000	EPA-IRIS	2	0,28	0,07	-

¹⁷ Las medias se han calculado con todos los datos disponibles de cada periodo, independientemente de que sea muestras de 8 o 24 horas. Durante el incendio todas las muestras son octohorarias. En el periodo de muestreo con el incendio sofocado, se dispone de 7 muestras de 8 horas y 9 de 24 horas.

Metales

De los 16 metales analizados, el mercurio y el plomo no se han detectado en ninguna muestra ni en Ermua ni en Eibar.

En las tablas 9 y 19 se indican los valores máximos detectados y las medias de cada periodo¹⁸, las referencias para efectos distintos al cáncer más bajas seleccionadas según los criterios indicados anteriormente y los valores establecidos en el RD 102/2011.

No se han superado ni los valores legales establecidos ni los valores de referencia para los metales que tienen referencias de comparación.

Tabla 9.- Valores máximos y promedio¹⁹ de metales detectados en Ermua y comparación con referencias

METALES ERMUA	Incendio activo (del 11 al 18 de febrero) (n=10)			CR	Fuente	Incendio sofocado (del 19 de febrero al 13 de marzo) (n=19)			RD 102/2011
	n>LC	Máximo	promedio			n>LC	Máximo	promedio	
Arsénico PM ₁₀ ng/m ³	2	0,66	<LC ²⁰	15	OEHHA	8	1,04	0,41	6
Bario PM ₁₀ ng/m ³	10	58,17	32,87	500	EPA-HEAST ²¹	17	48,97	15,49	
Cadmio PM ₁₀ ng/m ³	0	-	-	5	OMS	1	0,57	<LC	5
Cerio PM ₁₀ ng/m ³	10	0,40	0,20			19	3,70	0,41	
Cinc PM ₁₀ µg/m ³	10	0,15	0,09	2	ESL	13	0,15	0,07	
Cobalto PM ₁₀ ng/m ³	10	2,03	0,45	100	ATSDR	19	0,97	0,20	
Cobre PM ₁₀ ng/m ³	9	45,62	18,36	1000	ESL	15	40,42	18,38	
Cromo PM ₁₀ ng/m ³	10	35,81	13,82	41	ESL	14	14,06	7,55	
Hierro PM ₁₀ µg/m ³	10	1,31	0,59			18	2,85	0,63	
Manganeso PM ₁₀ ng/m ³	7	45,14	16,52	50	EPA-IRIS	14	56,17	17,65	
Mercurio PM ₁₀ ng/m ³	0	-	-	200	ATSDR	0	-	-	
Níquel PM ₁₀ ng/m ³	5	26,20	6,64	90	ATSDR	9	7,50	<LC	20
Paladio PM ₁₀ ng/m ³	2	0,26	0,05			1	0,04	<LC	
Plomo PM ₁₀ µg/m ³	0	-	-	0,5	OMS	0	-	-	0,5
Selenio PM ₁₀ ng/m ³	2	1,03	<LC			6	4,73	0,60	
Vanadio PM ₁₀ ng/m ³	6	0,78	0,44	200	ESL	14	6,23	0,88	

¹⁸ Las medias se han calculado con todos los datos disponibles de cada periodo, independientemente de que sea muestras de 8 o 24 horas). Durante el incendio todas las muestras son octohorarias.

¹⁹ En el periodo de muestreo con el incendio sofocado, se dispone de 7 muestras de 8 horas y 9 de 24 horas.

²⁰ Para el cálculo de los promedios, los resultados por debajo del límite de cuantificación se han sustituido por LC/2. Para los compuestos que se han detectado en pocas muestras por encima de dicho límite, el promedio calculado puede ser inferior al mismo.

²¹ EPA HEAST (Health Effects Assessment Summary Tables). Disponible en: <https://epa-heast.ornl.gov/heast.php>

Tabla 10.- Valores máximos y promedio²² de metales detectados en Eibar y comparación con referencias

METALES EIBAR	Incendio activo (del 14 al 18 de febrero) (n=6)			CR	Fuente	Incendio sofocado (del 19 de febrero al 13 de marzo) (n=19)			RD 102/2011
	n>LC	Máximo	promedio			n>LC	Máximo	promedio	
Arsénico PM ₁₀ ng/m ³	2	0,5	<LC	15	OEHHA	8	1,1	<LC	6
Bario PM ₁₀ ng/m ³	4	31,1	16,18	500	EPA-HEAST	16	52,3	15,55	
Cadmio PM ₁₀ ng/m ³	0	-	-	5	OMS	1	0,5	<LC	5
Cerio PM ₁₀ ng/m ³	4	0,3	0,12			19	3,6	0,37	
Cinc PM ₁₀ µg/m ³	3	0,1	0,05	2	ESL	13	0,2	0,07	
Cobalto PM ₁₀ ng/m ³	6	1,0	0,27	100	ATSDR	18	0,9	0,19	
Cobre PM ₁₀ ng/m ³	3	27,7	13,95	1000	ESL	17	54,4	21,11	
Cromo PM ₁₀ ng/m ³	6	18,4	10,47	41	ESL	15	25,2	9,03	
Hierro PM ₁₀ µg/m ³	6	0,7	0,34			19	2,--7	0,55	
Manganeso PM ₁₀ ng/m ³	3	31,8	11,12	50	EPA-IRIS	13	48,4	16,90	
Mercurio PM ₁₀ ng/m ³	0	-	-	200	ATSDR	0	-	-	
Níquel PM ₁₀ ng/m ³	2	9,8	<LC	90	ATSDR	9	11,8	4,08	20
Paladio PM ₁₀ ng/m ³	1	0,05	<LC			0	-	-	
Plomo PM ₁₀ µg/m ³	0	-	-	0,5	OMS	0	-	-	0,5
Selenio PM ₁₀ ng/m ³	0	-	-			9	4,5	0,59	
Vanadio PM ₁₀ ng/m ³	2	0,6	<LC	200	ESL	10	5,7	0,70	

4.3 DISCUSIÓN

Los valores más elevados de PM₁₀ se han detectado con el incendio sofocado debido probablemente a intrusiones saharianas. En el incendio del vertedero de Iqaluit en Canadá, tampoco se aprecia un aumento importante en los niveles de partículas (en este caso midieron PM_{2,5}) durante el episodio salvo incrementos puntuales en función del viento (Weichenthal et al., 2015).

En el caso de los hidrocarburos aromáticos policíclicos, sí se aprecia el impacto del incendio especialmente en la primera muestra recogida en Ermua el 8 de febrero. El máximo de benzo(a)pireno así como el valor más alto de la suma de todos los HAP analizados (8,66 ng/m³)²³, se detectaron en una muestra octohoraria ese día. La concentración de estos compuestos descendió rápidamente en los muestreos posteriores hasta niveles similares a los detectados con el incendio sofocado. En Eibar no se aprecia este impacto, aunque hay que tener en cuenta que la primera muestra de HAP en esta ubicación es del día 12. Se han buscado datos en la bibliografía sobre los niveles detectados de HAP en incendios similares. El valor medio de B(a)P en Ermua se redujo 0,13 ng/m³ tras el incendio, pasando de 0,23 a 0,1 ng/m³. En el incendio de Iqaluit, la media de este compuesto descendió 0,30 a 0,25 ng/m³ al sofocarse el incendio. En el incendio de neumáticos ocurrido en Seseña (Toledo) en 2016 (Nadal M, 2016) los niveles de HAP fueron mucho más elevados llegando a detectarse picos de la suma de los 16 HAP de 314 ng/m³. Así, en Seseña la concentración de B(a)P se mantuvo por encima de 1 ng/m³ durante todo el episodio a los tres días tras iniciarse el incendio la concentración de B(a)P en PM₁₀ fue de 17,97 ng/m³ y a los 15 días subió hasta 25,09 ng/m³.

Limitaciones e incertidumbres

²² En el periodo de muestreo con el incendio sofocado, se dispone de 7 muestras de 8 horas y 9 de 24 horas.

²³ La suma del total de HAP se ha calculado sustituyendo los valores por debajo del límite de cuantificación (LC) por LC/2.

Respecto a los hidrocarburos aromáticos policíclicos, no se cuenta con referencias para efectos crónicos distintos al cáncer más que para el benzo(a)pireno y naftaleno. Tampoco se dispone de referencias para efectos a corto plazo para estos compuestos, aunque los datos disponibles en animales indican que efectos como la irritación de ojos o piel ocurren a concentraciones mucho mayores que las registradas durante el incendio.

En el caso de los metales, se ha asumido que el 100% de contenido en metales detectado es metal elemental o metal y sus compuestos, pero debe tenerse en cuenta que algunos metales pueden encontrarse en el ambiente en diferentes formas químicas de distinta toxicidad. No se han encontrado referencias para el cerio, hierro, paladio y selenio.

La valoración de los compuestos registrados durante el incendio se ha realizado de manera individualizada pero la población está expuesta a la mezcla de los contaminantes.

4.4 CONCLUSIONES

Los datos de PM10 no han variado sustancialmente por el impacto del incendio. Tanto en Ermua como en Eibar, las medias de material particulado se han mantenido en niveles similares en ambos periodos.

Las medias detectadas de PM10 en Ermua y Eibar con el incendio activo y en el periodo posterior con el incendio sofocado, son inferiores a valor establecido en RD 102/2011 como promedio anual y superan ligeramente el valor guía de la OMS establecido también para la media anual. El valor límite diario para las PM10 se ha superado los días 28 y 29 de febrero en las dos ubicaciones cuando el incendio estaba sofocado. Esos días se observaron valores elevados de PM10 de forma generalizada en toda la CAV debido probablemente a intrusiones saharianas.

Los niveles medios de hidrocarburos aromáticos policíclicos y metales asociados a las PM10 registrados durante el incendio son inferiores a las concentraciones de referencia seleccionadas para exposiciones crónicas por lo que se considera poco probable que se produzcan efectos adversos agudos o crónicos derivados de la exposición a estos compuestos durante el incendio.

4.5 BIBLIOGRAFIA

ATSDR 1999. Agency for Toxic Substances and Disease Registry (ATSDR). Toxicological Profile for Mercury. 1999 (apéndice revisado en 2013). Atlanta, GA: U.S. Department of Health and Human Services, Public Health Service (<https://www.atsdr.cdc.gov/toxprofiles/tp.asp?id=115&tid=24>)

ATSDR 2004. Agency for Toxic Substances and Disease Registry (ATSDR). Toxicological Profile for Cobalt. Atlanta, GA: U.S. Department of Health and Human Services, Public Health Service (<https://www.atsdr.cdc.gov/ToxProfiles/tp.asp?id=373&tid=64>)

ATSDR 2005. Agency for Toxic Substances and Disease Registry (ATSDR). Toxicological Profile for Nickel. Atlanta, GA: U.S. Department of Health and Human Services, Public Health Service (<https://www.atsdr.cdc.gov/toxprofiles/tp.asp?id=245&tid=44>)

ATSDR 2005. Agency for Toxic Substances and Disease Registry (ATSDR). Toxicological Profile for Naphthalene, 1-Methylnaphthalene, and 2-Methylnaphthalene. Atlanta, GA: U.S. Department of Health and Human Services, Public Health Service (<https://www.atsdr.cdc.gov/ToxProfiles/tp.asp?id=240&tid=43>)

CDC 2009. Centers for Disease Control (CDC). Polycyclic Aromatic Hydrocarbons (PAHs) fact sheet. Department of Health and Human Services. USA. CDC Environmental Health.

EPA 1993. U.S. Environmental Protection Agency (EPA). Integrated Risk Information System (IRIS). Chemical Assessment Summary for Manganese. (https://cfpub.epa.gov/ncea/iris2/chemicalLanding.cfm?substance_nmbr=373)

EPA 1998. U.S. Environmental Protection Agency (EPA). Toxicological Review of Naphthalene. In Support of Summary Information on the Integrated Risk Information System (IRIS). Washington, DC: EPA (https://cfpub.epa.gov/ncea/iris2/chemicalLanding.cfm?substance_nmbr=436)

EPA 2006. US Environmental Protection Agency. Technical factsheet on: polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs). Washington, DC: EPA

EPA 2017. U.S. Environmental Protection Agency (EPA). Toxicological Review of Benzo[a]pyrene. Integrated Risk Information System. National Center for Environmental Assessment Office of Research and Development. U.S. Environmental Protection Agency. Washington, DC: EPA (https://cfpub.epa.gov/ncea/iris2/chemicalLanding.cfm?substance_nmbr=136)

IARC. International Agency for Research in Cancer. Complete List of Agents evaluated and their classification. (Consultado en junio de 2020. Disponible en: (<http://monographs.iarc.fr/ENG/Classification/index.php>)

IARC 2012. International Agency for Research in Cancer (IARC). Monographs on the evaluation of carcinogenic risks to humans. Volume 100 F. Sup 7, 92, 100F. A review of human carcinogens. Lyon, france - 2012

IPCS 1998. International Programme On Chemical Safety. Environmental Health Criteria 202. Selected Non-Heterocyclic Polycyclic Aromatic Hydrocarbons. World Health Organization. (<http://www.inchem.org/documents/ehc/ehc/ehc202.htm>)

Nadal M, Rovira J, Diaz-Ferrero J, Schuhmacher M, Domingo JL. 2016. Human exposure to environmental pollutants after a tire landfill fire in Spain: Health risks. Environ Int. 97:37-44.

OEHHA 2008. Technical Supporting Document for Noncancer RELs, Appendix D1. Updated 2014. (<https://oehha.ca.gov/chemicals/arsenic>)

Weichenthal S, Van Rijswijk D, Kulka R, You H, Van Ryswyk K, Willey J, et al. The impact of a landfill fire on ambient air quality in the north: A case study in Iqaluit, Canada. Environ Res. 2015;142:46-50.

WHO 2000. World Health Organization. Regional Office for Europe. Air quality guidelines for Europe, 2nd ed. (<https://apps.who.int/iris/handle/10665/107335>).

WHO, 2006. World Health Organization. Regional office for Europe . Air Quality Guidelines: Global Update 2005. Particulate Matter, Ozone, Nitrogen Dioxide and Sulfur Dioxide.

WHO 2015. World Health Organization. Regional Office for Europe. WHO Expert Consultation: Available evidence for the future update of the WHO Global Air Quality Guidelines (AQGs)

5.- DIOXINAS

5.1 INTRODUCCIÓN

5.1.1 Generalidades

Las dioxinas y furanos y, en general, los compuestos con actividad dioxina (“dioxin-like” en inglés) son sustancias que se incluyen en el grupo de los Compuestos Orgánicos Persistentes (COP). En este informe serán denominadas de forma conjunta como dioxinas. Estos compuestos químicos agrupan a tres grupos orgánicos (dioxinas, furanos y dl-PCBs) en un único grupo de sustancias que se definen por tener una estructura química similar, patrón de sustitución de átomos de cloro y una orientación planar de los anillos bencénicos, lo que permite que sean observables efectos o manifestaciones tóxicas similares. La 2,3,7,8-tetraclorodibenzo-p-dioxina (TCDD) es la molécula estándar de referencia toxicológica y, por lo tanto, el efecto toxicológico que se describe posteriormente para el conjunto de las sustancias que comparten ese efecto, se establece en relación con el mecanismo y potencia toxicológica de esta sustancia (EPA 2013). El grado de cloración y la posición de los átomos de cloro en los anillos aromáticos determinan la existencia de 75 congéneres de dibenzoparadioxinas policloradas (PCDDs) y 135 de dibenzofuranos policlorados (PCDFs) y 209 congéneres de PCBs.

Las sustancias con actividad dioxina son solo una fracción del número de congéneres señalados anteriormente. 16 congéneres de dioxinas y furanos, más 12 dl-PCBs (PCB dioxin like) tienen una configuración que les permite unirse al receptor intracelular Ah (receptor de arilo), pero eso sí, con una afinidad distinta. La afinidad mayor se le asigna a la 2,3,7,8-TCDD. El resto de las moléculas señaladas presentan valores de actividad entre 1/10 y 1/10000 veces inferior. Un número mayor de átomos de cloro supone, en general, una menor afinidad de unión al receptor y, por tanto, una menor actividad tóxica.

Las dioxinas y furanos son compuestos muy estables a temperaturas elevadas, muy liposolubles, insolubles en agua y resistentes a la biodegradación. Debido a su estructura química y a sus características fisicoquímicas, estos compuestos muestran gran capacidad de bioacumulación en seres vivos, fundamentalmente en el tejido graso, por lo que se integran y acumulan en los escalones superiores de la cadena trófica.

Los PCBs o bifenilos policlorados presentan una estructura similar a la de los PCDD/PCDFs. Están formados por la unión de dos anillos de benceno, en los que uno o más átomos de hidrógeno han sido sustituidos por átomos de cloro. Aunque hoy en día la producción de PCBs esté prohibida en la mayoría de los países, dado su histórico amplio uso como aislantes dieléctricos, retardantes de llama, en adhesivos, tintes, pinturas, pesticidas, y diversos recubrimientos de material, se siguen emitiendo al medio ambiente por emisiones desde lugares contaminados con estos compuestos y por procesos de combustión.

5.1.2 Factores de equivalencia tóxica (TEF) y equivalentes tóxicos (TEQ)

La toxicidad de las distintas formas o congéneres se mide por medio de su equivalencia tóxica o factor de equivalencia tóxica (TEF), utilizando, tal y como se ha señalado con anterioridad, a la 2,3,7,8-TCDD como molécula de referencia. Estos factores de conversión permiten conocer el efecto dioxina de una mezcla de sustancias que se presentan de forma conjunta en una muestra ambiental o en una muestra biológica (siguiente tabla). En dicha tabla se muestran los factores de conversión para cada una de los PCDD/PCDFs y dl-PCBs. Para expresar las concentraciones de cada una de las sustancias identificadas y cuantificadas, es necesario, si queremos hablar en términos de equivalencia toxicológica, multiplicar su concentración por el factor de conversión correspondiente. Finalmente se suman los valores de TEQ obtenidos de cada una de las 29 sustancias y obtenemos el valor conjunto total de actividad dioxina (TEQ) de la mezcla analizada.

El método TEQ se refiere únicamente a los efectos adversos (como por ejemplo el cáncer) derivados de interacciones con los receptores celulares Ah. Este método no cuantifica otros efectos tóxicos de las dioxinas. Durante los últimos años se han utilizado diferentes TEF para calcular los TEQ de las mezclas de dioxinas/furanos y PCBs, por lo que en la literatura se pueden observar concentraciones de PCDD/Fs y PCBs expresados en iTEQ o WHO-TEQ. Los WHO-TEQ fueron propuestos por la Organización Mundial de la Salud. En este informe se han utilizado los valores de referencia establecidos por la OMS (WHO-TEQ) (WHO (2005)).

Table 1-1. The toxic equivalency factors (TEFs) for the dioxin-like compounds using the WHO approach

Dioxin Congener	TEF	Furan Congener	TEF	Dioxin-Like PCB	TEF
2,3,7,8-TCDD	1.0	2,3,7,8-TCDF	0.1	PCB 77	0.0001
1,2,3,7,8-PeCDD	1.0	1,2,3,7,8-PeCDF	0.03	PCB 81	0.0003
1,2,3,4,7,8-HxCDD	0.1	2,3,4,7,8-PeCDF	0.3	PCB 126	0.1
1,2,3,6,7,8-HxCDD	0.1	1,2,3,4,7,8-HxCDF	0.1	PCB 169	0.03
1,2,3,7,8,9-HxCDD	0.1	1,2,3,7,8,9-HxCDF	0.1	PCB 105	0.00003
1,2,3,4,6,7,8-HpCDD	0.01	2,3,4,6,7,8-HxCDF	0.1	PCB 114	0.00003
OCDD	0.0003	1,2,3,4,6,7,8-HpCDF	0.01	PCB 118	0.00003
		1,2,3,4,7,8,9-HpCDF	0.01	PCB 123	0.00003
		OCDF	0.0003	PCB 156	0.00003
				PCB 157	0.00003
				PCB 167	0.00003
				PCB 189	0.00003

Notes: TCDD = tetrachlorodibenzo-*p*-dioxin; PeCDD = pentachlorodibenzo-*p*-dioxin; HxCDD = hexachlorodibenzo-*p*-dioxin; HpCDD = heptachlorodibenzo-*p*-dioxin; OCDD = octachlorodibenzo-*p*-dioxin; TCDF = tetrachlorodibenzofuran; PeCDF = pentachlorodibenzofuran; HxCDF = hexachlorodibenzofuran; HpCDF = heptachlorodibenzofuran; OCDF = octachlorodibenzofuran; TCB = tetrachlorobiphenyl; PeCB = pentachlorobiphenyl; HxCB = hexachlorobiphenyl; HpCB = heptachlorobiphenyl.

Source: Van den Berg et al. (2006).

5.1.3 Origen/Fuente

La principal fuente ambiental de dioxinas y furanos es la combustión (Zook y Rappe, 1994; Domingo et al., 2000). Los procesos de combustión incluyen incineración de residuos (por ejemplo, residuos sólidos municipales/urbanos, lodos de depuradora, residuos médicos y residuos peligrosos), quema de varios combustibles (por ejemplo, carbón, madera y productos derivados del petróleo), otras fuentes de alta temperatura (por ejemplo, hornos de cemento) y fuentes de combustión incontroladas (p. ej., incendios forestales, erupciones volcánicas, incendios de edificios y leña residencial) (Clement et al., 1985; EPA 2000; EPA 2013; Inserm, 2000; Thoma, 1988; Zook y Rappe, 1994).

Entre las fuentes térmicas, las incineradoras de residuos han sido identificadas como la principal fuente de dioxinas durante los 80 y principio de los 90 (Jones et al., 1993; Eduljee et al., 1996; Quaß et al., 2000, 2004; Kim et al., 2001; Burns et al., 2010). Actualmente, las modernas incineradoras cuentan con métodos de tratamiento de residuos eficientes y son más efectivas en el control de emisiones de dioxinas (Comisión Europea., 2005).

Otras fuentes relevantes de dioxinas son las fundiciones de hierro, la producción de acero y refinerías y las fundiciones secundarias y el refinado de metales no ferrosos como el aluminio, debido a la combustión de impurezas orgánicas (plástico, pinturas y solventes) en los metales (Aittola et al., 1992; EPA, 1987, 1997). En cuanto a la industria química, el blanqueo de pulpa de madera en la fabricación de papel, la fabricación de cloro y derivados de cloro y fabricación de productos químicos orgánicos halogenados (como algunos pesticidas) también generan dioxinas. Otras fuentes más difusas y, tal vez secundarias de dioxinas, son las quemas de basuras y residuos en el exterior de las viviendas (backyard) y la combustión de diesel por coches y camiones o la liberación de dioxinas de productos organoclorados (pentaclorofenoles) utilizados en la preservación de la madera.

5.1.4 Dioxinas y efectos en la salud de la población general

Dada la gran capacidad de bioacumulación de las dioxinas en los seres vivos, en concreto en el tejido graso, excluyendo las exposiciones ocupacionales o accidentales, la mayor parte de la exposición humana a las dioxinas se realiza a través de los alimentos (Kogevinas et al., 2000). Aunque se originan en cantidades muy pequeñas, la toxicidad de alguno de ellos, especialmente la de la 2,3,7,8-TCDD, ha hecho que sean tratados como contaminantes ambientales muy relevantes desde principios de los años 70. La toxicidad del 2,3,7,8-TCDD se debe a su capacidad para unirse al receptor “AhR” (Aromatic Hydrocarbons Receptor) en el citoplasma celular y, posteriormente, desencadenar acciones a nivel génico. Entre ellas, la interferencia en el metabolismo de fármacos y sustancias tóxicas, así como las alteraciones en los niveles de hormonas esteroideas, factores de crecimiento y otros elementos bioquímicos (Okey et al., 1994). Los otros compuestos con actividad dioxina, que se han señalado anteriormente, actúan por el mismo mecanismo, aunque son menos eficientes en su unión al receptor y, por lo tanto, menos tóxicos (Mimura & Fujii-Kuriyama., 2003).

Por otro lado, La Agencia Internacional de Investigación sobre el Cáncer (IARC) ha clasificado la dioxina 2,3,7,8-TCDD, el furano 2,3,4,7,8-PeCDF y los PCBs dl (PCBs 77, 81, 105, 114, 118, 123, 126, 156, 157, 167, 169, 189), dentro del grupo “1”; es decir, en el grupo de sustancias cancerígenas para el hombre (IARC, 2015).

Como las dioxinas son ubicuas, todas las personas están expuestas a un nivel denominado exposición de fondo y presentan una cierta concentración de dioxinas en el organismo: la llamada carga corporal.

En general, no hay evidencia de que la exposición de fondo normal actual tenga efectos en la salud humana. No obstante, debido al gran potencial tóxico de esta clase de compuestos, y en uso del principio de precaución, se considera necesario tomar medidas para reducir la exposición de fondo (WHO, 2016).

La gran mayoría de la evidencia de las características toxicológicas de las dioxinas deriva de los estudios realizados en animales de experimentación, fundamentalmente en roedores, pero también en experimentos y observaciones realizadas en otros mamíferos. Entre los efectos toxicológicos observados destacan los dermatológicos, metabólicos, hepáticos, inmunológicos, efectos al nacer o en el desarrollo intrauterino, anomalías congénitas, efectos endocrinos, sexuales y cancerígenos (ATSDR 1998, apéndice revisado en 2012).

Los episodios que han aportado más información sobre los efectos para la salud de la población general, derivados de la exposición a dioxinas, se deben a su carácter accidental. El primero de ellos se corresponde con el accidente en 1976 de una planta química cerca de Seveso (Italia). La explosión de la planta generó la mayor exposición a dioxinas jamás conocida por la población general. La planta química estaba destinada a la fabricación de 2,4,5-ticlorofenol, sustancia intermediaria en la síntesis de productos farmacéuticos y cosméticos. Los otros dos episodios se corresponden con dos intoxicaciones alimentarias producidas en Japon (Yusho) y Taiwán (Yucheng) en la década de los 60 y 70 respectivamente, por contaminación de aceites para cocinar.

La exposición breve del ser humano a altas concentraciones (exposición aguda) de dioxinas puede causar lesiones cutáneas, tales como cloracné (cuadro dermatológico muy específico de la exposición a este tipo de sustancias) y manchas oscuras, así como alteraciones en la función hepática. La exposición crónica se ha relacionado con alteraciones inmunitarias, hepáticas, tensión arterial, del corazón, sistema muscular y articulaciones, del sistema nervioso en desarrollo, del sistema endocrino, de la función reproductora y con varios tipos de cáncer, entre ellos, los sarcomas de tejido blando, cánceres del sistema linfático y hematopoyético (Akahane et al; 2018; Zubero et al, 2017) y el cáncer de mama (Rodgers et al; 2018). Asimismo, también se ha observado mayor mortalidad general, cardiovascular, diabetes, y por determinadas causas de cáncer (Eskenazi et al; 2018; Li et al., 2013; Kashima et al; 2015). No todos los efectos anteriormente señalados se observan de forma consistente en los estudios realizados con estos grupos de población especialmente expuestos, ya que se encuentran resultados contradictorios, por ejemplo, con respecto a la diabetes, trastornos metabólicos, cardiovasculares o a efectos en el embarazo (Eskenazi et al; 2018).

5.1.5 Referencias disponibles para la evaluación de resultados

La principal vía de exposición a las dioxinas son los alimentos y las referencias derivadas por diferentes organismos son para la vía oral.

Valores guía de la OMS

En 1990 la OMS estableció una la ingesta tolerable (TDI)²⁴ de 10 pg/kg de peso corporal por día (pg/kg pc.día) para TCDD (WHO). Este límite fue revisado en 1998 estableciendo un rango para la TDI de 1-4 pg TEQ-WHO/kg pc.día para las dioxinas y compuestos con actividad dioxina. Este valor representa la

²⁴ TDI (Tolerable Daily Intake)- estimación de la cantidad de una sustancia en alimentos o agua de bebida que no hay sido añadida intencionalmente (contaminantes) que puede ser consumida durante toda la vida sin un riesgo apreciable para la salud.

ingesta diaria durante toda la vida por lo que no se esperaría que superaciones ocasionales de la TDI durante cortos periodos de tiempo tengan consecuencias en la salud siempre que la ingesta media no se exceda durante largos periodos de tiempo. El límite superior del rango debe ser considerado como la máxima ingesta tolerable y el objetivo era reducir los niveles de ingesta a menos de 1 pg TEQ-WHO/kg pc.día (WHO 2000).

En 2002, el Comité Mixto FAO/OMS de Expertos en Aditivos Alimentarios (JECFA)²⁵ estableció una ingesta tolerable mensual provisional (PTMI) para dioxinas (PCDD/PCDF) y PCBs similares a dioxinas de 70 pg TEQ-WHO/kg pc.día por mes basado en los efectos reproductivos observados en animales machos descendientes de hembras expuestas durante el embarazo (ratas). Este valor se expresaba para un mes para reflejar que los efectos se asocian la exposición acumulativa y crónica más que aguda. Aunque la ingesta tolerable estaba basada en efectos distintos al cáncer, también se consideraba protectora para el efecto cáncer. En 2019, la OMS establece este valor como valor guía para dioxinas (WHO 2019).

Valores establecidos por otras organizaciones internacionales

La ATSDR ha derivado MRL (Minimal Risk Levels)²⁶ para TCDD para la vía oral y diferentes periodos de exposición: MRL agudo (para exposiciones de 1-14 días), intermedio (exposiciones de 15 a 365 días) y crónicas (más de un año a toda la vida). El MRL crónico establecido para dioxinas es de 1 pg/kg pc. día (ATSDR 1998, apéndice revisado en 2012).

La EPA (Agencia de Protección del Medio Ambiente de Estados Unidos) estableció en 2012 una dosis de referencia oral (RfD)²⁷ de 0,7 TEQ-WHO/kg pc.día para las dioxinas tomando como base modelos farmacocinéticos a partir de datos epidemiológicos en humanos (EPA, 2012).

El SCF (antiguo Comité Científico de la Alimentación Humana de EFSA), estableció en 2001 una Ingesta Semanal Tolerable (TWI) de 14 pg TEQ-WHO/ kg peso corporal para las dioxinas y los PCB similares a las dioxinas (SCF, 2011).

A la vista de los diferentes enfoques utilizados en las evaluaciones realizadas por todas estas organizaciones de referencia, en 2018 la EFSA llevó a cabo una evaluación completa de los riesgos para la salud animal y humana relacionados con la presencia de dioxinas y PCBs similares a las dioxinas en los piensos y en los alimentos. Estableció una ingesta tolerable semanal de TWI²⁸ de 2 pg TEQ-OMS/kg pc. El comité de expertos decidió basar el valor guía en periodos semanales ya que no se espera que variaciones puntuales en la ingesta diaria produzcan un aumento crítico en los niveles de suero. Esto no se puede suponer para una extensión más larga de tiempo (por ejemplo, mensual), en ausencia de estudios y modelos toxicocinéticos que puedan excluir que una sola dosis alta como, por ejemplo, la mitad de la ingesta mensual tolerable podría dar lugar a un pico en el nivel sérico (EFSA, 2018).

²⁵ Joint Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO)/WHO Expert Committee on Food Additives (JECFA).

²⁶ Minimal Risk Level (MRL)- Estimación de exposición diaria a una sustancia peligrosa a la que las personas pueden estar expuestas sin que exista un riesgo apreciable de efectos adversos para la salud durante un periodo de tiempo determinado.

²⁷ RfD- dosis de referencia oral- Estimación (con un grado de incertidumbre que abarca quizás un orden de magnitud) de la dosis diaria oral a la que puede estar expuesta la población humana (incluyendo subgrupos sensibles) sin que se aprecien efectos perjudiciales para la salud durante toda la vida.

²⁸ TWI (Tolerable Weekly Intake.- Ingesta máxima de sustancias en los alimentos, como nutrientes o contaminantes, que se pueden consumir semanalmente durante toda la vida sin correr el riesgo de efectos adversos para la salud.

Tabla 11.- Referencias dioxinas

	ATSDR (1998)	JECFA (2002)	USEPA (2012)	EFSA (2018)
Nivel de referencia	MRL pg/kg/día	TMI pg/kg-pc/mes	RfD pg/kg-pc/día	PTWI pg/kg-pc/semana
Exposición crónica oral	1	70	0,7	2
Exposición intermedia oral	20			
Exposición aguda oral	200			

Referencias para aire

La OMS no establece un valor guía para las dioxinas en aire ya que la exposición por inhalación constituye solo una pequeña proporción de la exposición total (del orden del 1-2% de la ingesta a través de los alimentos). En sus Guías para la Calidad del aire del 2000 estima que la concentración en aire de dioxinas y furanos es del orden de 0,1 pg/m³. Concentraciones en aire de 0,3 pg/m³ o superiores son indicadores de fuentes de emisión que deben ser identificadas y controladas (WHO; 2000).

5.1.6. Presencia de dioxinas en distintos medio

En general, los niveles de PCBs, PCDDs y PCDFs en aire son muy bajos, excepto en la proximidad de fuentes de emisión. Por su baja solubilidad, las concentraciones en agua son también muy bajas. Las emisiones o vertidos de dioxinas al aire agua o suelo desde distintas fuentes como incineraciones inadecuadas, industrias o residuos, contaminan el suelo y los sedimentos acuáticos, produciéndose una bioacumulación y bioconcentración a lo largo de las cadenas tróficas. Las dioxinas son altamente liposolubles, lo que puede conducir a concentraciones más altas en alimentos grasos, como productos lácteos, algunos pescados, carnes y mariscos (WHO, 2019). La mayor exposición de la población general es a través el consumo de alimentos de origen animal. De hecho, la alimentación constituye más de un 90-95% del aporte o de la exposición a estos contaminantes (ANSES, 2011; Llobet et al., 2003; Domingo et al., 2007; Bergkvist et al., 2008).

Las dioxinas persisten en el tejido graso con una semivida que excede los 7 años. La lactancia materna puede ser una fuente significativa de exposición a dioxinas y compuestos ‘tipo dioxina’, si bien los estudios longitudinales indican que los niveles en leche materna están descendiendo (WHO, 2019).

En las últimas décadas se ha dado una reducción considerable de los niveles de dioxinas, tanto en aire como en alimentos. En los años 90, los niveles de PCDDs y PCDFs en aire de países de Europa occidental, EEUU y Japón fueron considerados bastante comparables, si bien el rango de valores era amplio. En zonas remotas y rurales los niveles se encontraban por debajo de 20 fg/m³ de PCDD/F TEQ, en lugares urbanos en el orden de varios cientos de fg/m³ y en las zonas próximas a fuentes de emisión en valores más altos (WHO, 2000; Dopico et al., 2015).

En cuanto a la exposición a través de los alimentos, los resultados del estudio de dieta total de la CAPV de 1999-2000 indicaron una exposición media diaria a dioxinas y sustancias tipo dioxina de la población general de 2,6 pg TEQ-WHO/kg pc.día (un 60% de la exposición calculada con la misma metodología para el periodo 1994-1995) de la que el 31% era debida a dioxinas y el 69% se debía a

PCBs tipo dioxina (Jalón-Moreno et al., 2006; Cuervo L, 2002). En la Comunidad Valenciana, a partir de 7700 muestras de alimentos, se calculó una ingesta media de 1,58 y 2,6 TEQ-WHO/kg pc.día para mayores de 15 años y jóvenes entre 6-15 años, respectivamente (Quijano et al., 2018).

5.2 MATERIAL Y METODO

5.2.1 Toma de muestras y equipos de muestreo

La toma de muestras se realizó con un captador Digitel de alto volumen, modelo DHA-80. El captador se calibró a un caudal de 250 l/min ($\pm 2\%$) con un rotámetro trazable ENAC, lo que aportó un volumen de muestra de 360 m³ en un periodo de 24 horas. Como materiales de muestreo se utilizó un filtro de cuarzo y una espuma de poliuretano (PUF) aportados por los laboratorios de ensayo, previa limpieza y acondicionamiento. Las muestras fueron recogidas mediante el uso de captadores de alto volumen y cada muestra se componía de un filtro y un PUF que se fueron analizados conjuntamente.

5.2.2 Técnica analítica

Las muestras fueron procesadas en el Instituto de Química Orgánica General (IQOG), Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC) en Madrid, e Institut Químic de Sarrià (IQS), en Barcelona. El Instituto de Química Orgánica General (IQOG) actuó como laboratorio de referencia, homogeneizando la expresión de resultados.

La técnica analítica precisa de varios días de procesado. Resumidamente consta de una etapa de tratamiento de muestra y una etapa de determinación instrumental. El tratamiento de las muestras se basa primero en la extracción de los analitos de interés de la matriz objeto de estudio y en una posterior purificación para la eliminación de impurezas extraídas que podrían dificultar la identificación y cuantificación de los analitos de interés. La determinación instrumental es la fase en la que los analitos de interés son identificados y cuantificados en los extractos resultantes de la etapa anterior mediante el uso de técnicas instrumentales basadas en cromatografía de gases acoplada a detectores de masas de alta resolución (GC-HRMS).

En el cálculo de concentraciones se empleó la aproximación de upperbound, lo que significa que cuando un congénere se detecta por debajo del límite de detección de la técnica, a dicho congénere se le asigna un valor de concentración igual a su límite de detección. Para el cálculo final de las concentraciones se utilizaron los volúmenes de aire muestreados en condiciones ambientales (C.A.).

Los equivalentes tóxicos totales (TEQ, Toxic Equivalent Quantity) se calcularon en base a los factores de equivalencia tóxica (TEF) de cada uno de los analitos estudiados, aplicando los TEF-I y los TEF-OMS.

La información detallada sobre las técnicas analíticas utilizadas, está disponible en los informes de los laboratorios²⁹

²⁹ [Informe sobre la monitorización de los niveles de calidad del aire en el entorno del vertedero de Zaldibar. Anexos 7, 8, 9 y 10](#)

5.2.3 Puntos de muestreo

Se tomaron muestras para la determinación de dioxinas en el barrio San Lorenzo de Ermua (inicio de los muestreos el día 9 de febrero), en la Plaza Unzaga de Eibar y Barrio Eitzaga de Zaldibar (a partir del 15 de febrero) y en el centro de Ermua (inicio el 21 de febrero).

Se cuenta con mediciones hasta el día 6 de marzo. La toma de muestras se realizó en periodos de 24 horas, 48 horas y 72 horas, dependiendo del momento de las mediciones y de la ubicación. A las muestras cuya captación se ha realizado en periodos de tiempo pertenecientes a más de un día calendario se les ha asignado la fecha del último día de captación. La muestra del día 14 del barrio de San Lorenzo fue de 10 h por necesidades de ajuste en la programación del muestreo

	Punto de muestreo	Municipio	Coordenadas UTM30 ETRS89	
			X	Y
Captador 1	Zona San Lorenzo	ERMUA	540859.67	4780794.16
Captador 2	Plaza Unzaga	EIBAR	542820.94	4781338.26
Captador 3	Barrio Eitzaga	ZALDIBAR	540161.31	4780481.18
Captador 4	Ermua centro	ERMUA	540484.00	4781586.00



5.3 RESULTADOS

La duración del incendio activo fue de 11 días. En total se dispone de 21 datos de dioxinas del barrio de San Lorenzo (8 durante el incendio, 13 después de ser sofocado), 11 de la plaza de Ermua (todos tras el incendio), 13 de Eibar e Eitzaga (4 durante el incendio, 9 después de ser apagado.)

Durante el incendio del vertedero, la media (su desviación estándar) y el valor máximo (24 h) de PCDD/F fueron 693 (424) y 1237 fg TEQ-WHO/m³ en el barrio de San Lorenzo, 174 (144) y 358 fg TEQ-WHO/m³ en Eibar, y 221 (183) y 463 fg TEQ-WHO/m³ en Eitzaga (Zaldibar) (tabla 12 y figura 1). El valor medio ponderado por el tiempo de captación del Barrio de San Lorenzo es, en los días de incendio, 648 fg PCDD/F TEQ-WHO/m³. En Eibar y Eitzaga, la media ponderada coincide con la aritmética durante el incendio, puesto que todos los datos son de captaciones de la misma duración, concretamente de 24 horas.

Tras ser sofocado el incendio, los niveles de dioxinas cayeron drásticamente. Las medias oscilaron entre 14 y 26 fg TEQ-WHO/m³, los valores máximos entre 28 y 77 fg TEQ-WHO/m³ y los valores mínimos entre 5 y 9 fg TEQ-WHO/m³. En el periodo con incendio activo, las medias ponderadas en San Lorenzo, Eibar y Eitzaga fueron 648, 174 y 221 fg TEQ-WHO/m³. Los resultados de los análisis realizados en cada una de las muestras tomadas se presentan en el [anexo 6A](#).

Tabla 12. Niveles de PCDD/F TEQ-WHO en aire (fg/m³, CA), por localización del captador y situación del incendio

	Ermua San Lorenzo	Ermua Ayuntamiento	Eibar Unzaga	Zaldibar Eitzaga
Incendio activo (7-18 feb)				
Periodo muestreo	10-18 feb*		15-18 feb	15-18 feb
N	8	-	4	4
Media(SD)	693(424)	-	174(144)	221(183)
Rango	135-1237§	-	20-358	49-463
Media ponderada#	648	-	174	221
Incendio sofocado (19 feb-6 mar)				
Periodo muestreo	19 feb-6 mar	21 feb-6 mar	19 feb-6 mar	19 feb-6 mar
N	13	11	9	9
Media(SD)	26(18)	15(7)	14(10)	15(8)
Rango	9-77	6-30	5-37	5-28
Media ponderada*	23	15	13	14

* El muestreo se inició el día 9 a las 14 h

Media ponderada por el tiempo de captación de cada una de las muestras analizadas

§ Valores de 24 h. Existió un valor de 10 h de 1262

En 17 de las 58 muestras tomadas, además de PCDD/Fs, se analizaron PCBs ‘tipo dioxina’ (dl-PCB) ([anexo 6B](#)). En estas muestras, el peso relativo medio (%) de los PCB TEQ-WHO frente a los valores de PCDD/F TEQ-WHO (incremento que sería necesario añadir al resultado de PCDD/F TEQ-WHO para obtener el total de PCDD/F/PCB TEQ-WHO), varía entre emplazamientos, entre un 8% y un 14% con el incendio activo y entre un 20 y un 30% una vez sofocado.

Figura 1. Evolución temporal de PCDD/Fs en aire (TEQ-WHO, fg/m³, C.A.), por localización del captador

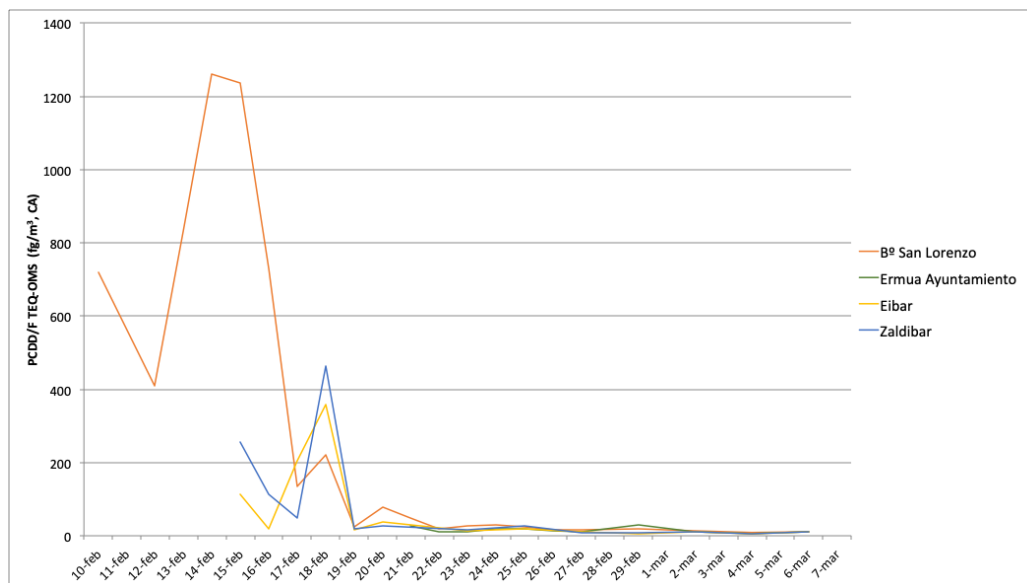


Tabla 13. Valores relativos de niveles de dl-PCB TEQ-WHO frente a PCDD/F TEQ-WHO en aire (fg/m³, CA), por localización del captador y situación del incendio

	Ermua San Lorenzo	Ermua Ayuntamiento	Eibar	Zaldibar Eitzaga
Incendio activo (9-18 feb)				
N	3	ND	3	3
[dl-PCB]/[PCDD/F] (%) (TEQ-WHO)	14%	ND	8%	11%
Incendio sofocado (19 feb-6 mar)				
N	2	2	2	2
[dl-PCB]/[PCDD/F] (%) (TEQ-WHO)	30%	25%	20%	25%

5.4 DISCUSIÓN

Durante el incendio del vertedero se produjeron emisiones de PCDD/Fs que provocaron, en las zonas urbanas de los municipios próximos, un aumento notable de los niveles de PCDD/Fs (TEQ-WHO) en aire, alcanzándose, en el punto con el registro de mayor contaminación, valores que superaron hasta en 60 veces los niveles encontrados en otras áreas de Euskadi y España así como los registrados en la zona tras el incendio. Una vez sofocado el incendio, los niveles de PCDD/Fs cayeron drásticamente en todos los puntos de medida.

Las debilidades y fortalezas más importantes de este trabajo hacen referencia a los datos de dioxinas en aire. Los datos proceden de puntos fijos de medida, no se cuenta con datos de medidas individuales de exposición y únicamente se dispone de datos de todo el periodo del punto de medida del barrio de San Lorenzo. En el momento de la emergencia, una limitación importante fue la espera necesaria hasta disponer de los resultados, debido al tiempo de transporte de muestras y, principalmente, a que la técnica analítica requiere de varios días de procesamiento en el laboratorio. Como fortalezas pueden citarse que San Lorenzo es el punto donde el impacto de las emisiones fue mayor, confirmándose las predicciones realizadas para la elección del emplazamiento (condiciones meteorológicas y morfología del terreno) y que se dispone de datos de inmisión de contaminantes prácticamente desde el inicio del incendio.

En las últimas décadas se ha dado en los países industrializados una reducción generalizada de los niveles de PCDD/Fs en aire. Hay que remontarse varias décadas y a grandes ciudades o entornos con fuerte actividad industrial para encontrar concentraciones que se aproximen a las encontradas durante el incendio. Los datos del Reino Unido de 1991-2008 muestran al final del periodo valores medios por debajo de 50 fg TEQ-WHO PCDD/Fs /m³ y, al principio de la década de los 90, valores medios anuales de varios cientos de fg/m³ y niveles máximos, en muestras de 14 días, de hasta de 1100 fg/m³ en Manchester, 400 en Middlesbrough y 350 fg TEQ/m³ en Londres (Katsoyiannis et al., 2010).

En España, mediciones realizadas en 28 ubicaciones de Cataluña entre 1994 y 2002 también mostraron un amplio rango de valores. Así, en muestras de 24 horas de zonas industriales se midieron concentraciones entre 16 y 954 fg I-TEQ/ m³, con una media de 180 fg I-TEQ/m³, mientras que los niveles de zonas urbanas y suburbanas oscilaron entre 19 y 357 fg I-TEQ/m³, con una media de 80 fg I-TEQ/m³ (Abad, 2004). Más recientemente, los niveles de dioxinas encontrados en el periodo 2009-2015 en cinco zonas urbanas de España fueron menores, con una media (SD) de 8,54 (4,38) fg TEQ-WHO/m³ y un rango de los valores de muestras trimestrales de 2,09-22,0 fg TEQ-WHO/m³ (Muñoz-Arnanz., 2018). En la CAV, un estudio reciente realizado en zonas urbanas de los municipios de Urretxu, Lasarte y Usurbil mostró un valor medio de 11,47 fg TEQ-WHO/m³ (Ibarluzea, 2019).

Existen pocas publicaciones sobre el impacto de incendios de vertederos en la calidad del aire, y concretamente sobre la contaminación del aire por dioxinas. En el incendio del vertedero de Iqaluit (Canadá) de 2014, que se prolongó durante 3 meses, la mediana de los valores diarios de PCDD/F TEQ-WHO fue de 382 fg/m³, alcanzando un máximo de 4950 fg TEQ-WHO/m³ (Weichenthal, 2015). En relación con el incendio del vertedero de Seseña (Toledo) ocurrido en 2016, no hay datos

comparables, ya que los niveles de dioxinas en aire se determinaron una vez apagado el incendio (Nadal M, 2016).

Actualmente, no se dispone de límites admisibles de concentración de PCDD/Fs en aire en la legislación española o de la UE y, hasta el momento, la OMS tampoco ha propuesto un valor guía de concentración del PCDD/Fs con el que poder valorar, mediante comparación directa, las mediciones realizadas en aire.

El día 14, al conocerse el resultado del primer análisis de dioxinas en aire, desde el Departamento de Salud se informó del nivel encontrado y se recomendó a la población evitar la actividad física y la apertura de ventanas. El seguimiento de esta recomendación habría contribuido a reducir la exposición efectiva de la población en los momentos en los que la concentración de dioxinas en aire fue máxima, los días 14 y 15.

Los organismos internacionales referentes habituales de información toxicológica para la evaluación del riesgo de contaminantes ambientales han aportado niveles de referencia para valorar la exposición a dioxinas por vía oral crónica. Entre ellos, la JECFA³⁰ recomendó una Ingesta mensual tolerable de 70 pg TEQ-WHO/kilo pc, la USEPA y el ATSDR unas ingestas de 0,7 y 1 pg TEQ-WHO/kg pc.día respectivamente, y la EFSA una ingesta tolerable semanal equivalente a 0,3 pg TEQ-WHO/kg pc.día. Para la prevención de efectos por exposiciones orales agudas (1-14 días) e intermedias (15-364 días) el ATSDR ha establecido una referencia, 200 y 20 pg TEQ-WHO/kg pc.día, respectivamente.

Aunque no existen datos de humanos sobre los que hacer una estimación de la absorción de dioxinas tras la inhalación, los efectos sistémicos observado en animales tras una exposición pulmonar indican que la absorción se realiza de manera eficiente por esa vía (ATSDR, 1998).

Ante la falta de referencias toxicológicas para la vía inhalatoria se han utilizado las ingestas tolerables para vía oral para valorar la exposición por vía inhalatoria en relación con efectos sistémicos (Francisco AP, 2017; WHO, 2000). Realizar esta comparación no quiere decir que un determinado nivel de exposición sea igualmente aceptable por inhalación que por ingestión, puesto que la inhalación directa en condiciones normales solo debe contribuir mínimamente a la exposición total de dioxinas. La finalidad de esta comparación es buscar puntos de referencia que permitan valorar mejor la magnitud de la exposición estimada a PCDD/Fs del episodio ya finalizado.

A continuación, se compara con las referencias de exposición oral la exposición respiratoria estimada para los niveles de dioxinas del barrio de San Lorenzo, por ser el punto de valores más altos y con la serie de datos más completa. En los puntos con niveles de dioxinas en aire más bajos, la exposición sería menor.

Asumiendo un volumen respiratorio diario de 20 m³ (WHO, 2000), un peso corporal de 70 kg (EFSA, 2012) y un absorción de PCDD/Fs del 100%, la exposición estimada para el nivel medio ponderado (648 fg/m³ TEQ-WHO) en el barrio de San Lorenzo durante el incendio sería 0,185 pg/kg pc.día. Este valor es inferior al 1% del 'nivel de riesgo mínimo' del ATSDR para exposiciones intermedias y al 0,1% del nivel de riesgo mínimo para exposiciones agudas (1-14 días). La magnitud de la exposición estimada por inhalación queda, por tanto, muy lejos de estas referencias.

³⁰ JECFA: Joint Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO)/WHO Expert Committee on Food additives

Incrementando el nivel medio ponderado en un 14%, para tener en cuenta los PCBs tipo dioxinas, la concentración ponderada resultante en el barrio de San Lorenzo sería de 738 fg PCDD/Fs y dl PCB TEQ WHO/m³ y la exposición estimada 0,211 pg TEQ-WHO/kg pc.día. Este valor únicamente alcanza el 1,1% nivel de mínimo riesgo del ATSDR para exposiciones intermedias y el 0,1% del nivel de mínimo riesgo propuesto para exposiciones agudas.

Las ingestas tolerables para exposiciones crónicas son niveles de ingestas de contaminantes para los que, aunque se reciban de manera sostenida en el tiempo, durante años, no se esperan efectos en salud. Son niveles más bajos que los que se consideran tolerables para periodos de exposición cortos o intermedios. Si no se alcanzan esas ingestas diarias en exposiciones cortas puede admitirse que existe un importante margen de seguridad. La ingesta estimada de 0,211 pg TEQ-WHO/kg pc.día de PCDD/Fs y dl-PCB para los niveles ponderados del barrio de San Lorenzo, supondría el 9,0% de la ingesta diaria tolerable establecida por JECFA, un 21% del nivel de mínimo riesgo del ATSDR, el 30% de la dosis de referencia de la EPA y el 74% de la ingesta tolerable de la EFSA, todos ellos establecido para exposición crónica.

Los alimentos son la fuente principal de dioxinas para la población. Los datos disponibles en el País Vasco para población general indican una ingesta media de dioxinas y de sustancias tipo dioxina a través de los alimentos de 2,6 pg TEQ-WHO/kg pc.día. La exposición inhalatoria a PCDD/Fs y dl PCB estimada para los niveles de dioxinas en aire del barrio de San Lorenzo (0,211 pg TEQ-WHO/kg pc.día) supondría, durante los días del incendio, una exposición adicional equivalente al 8,1% de la ingesta media de dioxinas de la población general a través de los alimentos.

5.5.- CONCLUSIONES

Los niveles de dioxinas en aire registrados durante el incendio pueden originar una exposición por vía respiratoria muy superior a la habitual en zonas urbanas. El seguimiento de las recomendaciones preventivas durante la emergencia habría reducido la exposición efectiva.

La exposición estimada por vía respiratoria dista mucho de las referencias toxicológicas para exposiciones orales cortas (0-14 días) e intermedias (15-364 días), por lo que los efectos agudos o a corto plazo asociados son descartables.

La exposición respiratoria a dioxinas estimada para los días del incendio representa un incremento relativo pequeño de la ingesta media estimada de dioxinas de la población general a través de los alimentos, y no supondría un cambio significativo en la carga corporal de dioxinas de las personas expuestas.

5.6 REFERENCIAS

- Abad E, Caixach J, Rivera J, Gustems L, Massague G, Puig O. 2004. Temporal trends of PCDDs/PCDFs in ambient air in Catalonia (Spain). *Sci Total Environ.* 334-335:279-85.
- Agency for Toxic Substances and Disease Registry (ATSDR). 1998 (revisado en 2012). Toxicological profile for Chlorinated Dibenzo-p-dioxins (CDDs). Atlanta, GA: U.S. Department of Health and Human Services, Public Health Service.
- Aittola J, Paasivirta J, Vattulainen A. 1992. Measurements of organochloro compounds at a metal reclamation plant. *Organohalogen Compd.* 9:9-12.
- Akahane M, Matsumoto S, Kanagawa Y, Mitoma C, Uchi H, Yoshimura T, et al. 2018. Long-Term Health Effects of PCBs and Related Compounds: A Comparative Analysis of Patients Suffering from Yusho and the General Population. *Arch Environ Contam Toxicol.* 74:203-217.
- ANSES, 2011. French Agency for Food, Environmental and Occupational Health & Safety. <https://www.anses.fr/en/content/dioxins-and-food-overview-anses>
- Bergkvist C, Oberg M, Appelgren M, Becker W, Aune M, Ankarberg EH, et al. 2008. Exposure to dioxin-like pollutants via different food commodities in Swedish children and young adults. *Food Chem Toxicol.* 46:3360-7.
- Burns CJ, Collins JJ, Humphry N, Bodner KM, Aylward LL, McBride D. 2010. Correlates of serum dioxin to self-reported exposure factors. *Environ Res.* 110:131-6.
- Clement RE, Tosine HM, Osborne J, Ozvacic V, Wong G. 1985. Levels of chlorinated organics in a municipal incinerator. In: Keith LH, editor; Rappe C, editor; , Choudhary G, editor. , eds. *Chlorinated Dioxins and Dibenzofurans in the Total Environment II*. Boston, MA: Butterworth Publishers. Pp.489-514.
- Comisión Europea (2005). Documento BREF: "Integrated Pollution Prevention and Control Reference Document on Best Available Techniques for Waste Incineration". Oficina Europea de IPPC: <http://ec.europa.eu/environment/air/pollutants/stationary/ippc/index.htm> (Traducción: Serie Prevención y Control Integrados de la Contaminación (IPPC). Mejores Técnicas Disponibles de referencia europea para Incineración de Residuos. Documento BREF. Ministerio de Medio Ambiente, Rural y Marino. Madrid. 2011)
- Cuervo L. 2002. Ingesta de dioxinas y dioxinas like PCBS a través de los alimentos en la CAPV. *Salud Pública-Osasun Publikoa.* 14:5-6.
- Domingo JL, Schuhmacher M, Muller L, Rivera J, Granero S, Llobet JM. 2000. Evaluating the environmental impact of an old municipal waste incinerator: PCDD/F levels in soil and vegetation samples. *J. Hazard. Mater.* 76:1-12.
- Domingo JL, Bocio A, 2007. Levels of PCDD/PCDFs and PCBs in edible marine species and human intake: a literature review. *Environ Int.* 33:397-405.
- Dopico M, Gómez A. 2015. Review of the current state and main sources of dioxins around the world. *J Air Waste Manag Assoc.* 65:9.
- Eduljee GH, Dyke, P. 1996. An updated inventory of potential PCDD and PCDF emission sources in the UK. *Sci Total Environ.* 177:303-21.

Eskenazi B, Warner M, Brambilla P, Signorini S, Ames J, Mocarelli P. 2018. The Seveso accident: A look at 40 years of health research and beyond. *Environ Int.* 121:71-84.

EFSA. 2012. Scientific Committee; Guidance on selected default values to be used by the EFSA Scientific Committee, Scientific Panels and Units in the absence of actual measured data. *EFSA Journal* 2012;10(3):2579. [32 pp.] doi:10.2903/j.efsa.2012.2579. (www.efsa.europa.eu)

EFSA. 2018. (EFSA Panel on Contaminants in the Food Chain). Scientific Opinion on the risk for animal and human health related to the presence of dioxins and dioxin-like PCBs in feed and food. *EFSA Journal* 2018;16(11):5333, 331 pp. ISSN: 1831-4732 (<https://doi.org/10.2903/j.efsa.2018.5333>)

EPA 1987. U.S. Environmental Protection Agency. EPA Contract Laboratory Program: Statement of Work for Organic Analysis. Washington, DC: EPA.

EPA. 1997. U.S. Environmental Protection Agency. Standards of performance for new stationary sources and emission guidelines for existing sources: Hospital/medical/infectious waste incinerators; Final rule. *Fed Regist* 62:48348. Washington, DC: EPA.

EPA. 2000. U.S. Environmental Protection Agency (EPA). Exposure and Human Health Reassessment of 2,3,7,8-Tetrachlorodibenzo-p-Dioxin (TCDD) and Related Compounds. Draft Final Report. Washington, DC: EPA.

EPA. 2012. U.S. Environmental Protection Agency (EPA). United States Environmental Protection Agency's Reanalysis of Key Issues Related to Dioxin Toxicity and Response to NAS Comments, Volume 1. (<https://www.epa.gov/iris/supporting-documents-2378-tetrachlorodibenzo-p-dioxin-tcdd>)

EPA. 2013. National Dioxin Air Monitoring Network (Ndamn) Report of the Results of Atmospheric Measurements of Pcds, Pcdfs, and Dioxin-Like PCBs in Rural and Remote Areas of the U.S. from June 1998 Through November 2004. U.S. Environmental Protection Agency, Washington, DC, EPA/600/R-12/060F, 2013. <https://cfpub.epa.gov/ncea/risk/era/recordisplay.cfm?deid=254526>

IARC. International Agency for Research in Cancer. Complete List of Agents evaluated and their classification. (<http://monographs.iarc.fr/ENG/Classification/index.php>.)

Ibarluzea J. BIODONOSTIA. Grupo de Investigación de Epidemiología Ambiental y Desarrollo Infantil. 2019. Estudio epidemiológico relativo a la planta de Valorización energética que forma parte del complejo Medio Ambiental Gipuzkoa: Línea 1: Evaluación de la exposición a contaminantes atmosféricos en aire: <https://www.gipuzkoa.eus/eu/web/ingurumena/hiri-hondakinak/azpiegiturak>

INSERM. French Institute of Health and Medical Research. Dioxines dans l'environnement. Quels risques pour la sante?. ISBN 2-85598-784-9. © Les éditions Inserm, 2000, 75013 Paris.

Jalón-Moreno M. 2006. Estimación de la ingesta de nutrientes mediante los estudios de dieta total. *Endocrinol Nutr.* 53:300-8

Jones PH, de Gerlache J, Marti E, Mischer G, Scherrer MC, Bontinck WJ et al. 1993. The global exposure of man to dioxins: a perspective on industrial waste incineration. *Chemosphere.* 26:1491-1497.

Kashima S, Yorifuji T, Tsuda T, Eboshida A. 2015. Cancer and non-cancer excess mortality resulting from mixed exposure to polychlorinated biphenyls and polychlorinated dibenzofurans from contaminated rice oil: "Yusho". *Int Arch Occup Environ Health.* 88:419-30.

- Katsoyiannis A, Gioia R, Sweetman AJ, Jones KC. 2010. Continuous monitoring of PCDD/Fs in the UK atmosphere: 1991-2008. *Environ Sci Technol.* 44:5735-40.
- Kim Y, Yang SH, Kim M, Shin DC. 2001. PCDD and PCDF exposures in workers and controls living near an industrial waste incinerator. *Chemosphere.* 43:985-7.
- Kogevinas M, Janer G. 2000. Dioxinas y salud. *Med Clín.* 115:740-8.
- Li MC, Tsai PC, Chen PC, Hsieh CJ, Leon Guo YL, Rogan WJ. 2013. Mortality after exposure to polychlorinated biphenyls and dibenzofurans: 30 years after the "Yucheng accident". *Environ Res.* 120:71-5.
- Llobet JM, Domingo JL, Bocio A, Casas A, Teixidó A, Müller L. 2003. Human exposure to dioxins through the diet in Catalonia, Spain: carcinogenic and non-carcinogenic risks. *Chemosphere.* 50:1193-200
- Mimura J, Fujii-Kuriyama Y. 2003. Functional role of AhR in the expression of toxic effects by TCDD. *Biochim Biophys Acta.* 1619:263-8.
- Munoz-Arnanz J, Roscales JL, Vicente A, Ros M, Barrios L, Morales L, et al. 2018. Assessment of POPs in air from Spain using passive sampling from 2008 to 2015. Part II: Spatial and temporal observations of PCDD/Fs and dl-PCBs. *Sci Total Environ.* 634:1669-79.
- Nadal M, Rovira J, Diaz-Ferrero J, Schuhmacher M, Domingo JL. 2016. Human exposure to environmental pollutants after a tire landfill fire in Spain: Health risks. *Environ Int.* 97:37-44.
- Okey A, Riddick D, Harper P. 1994. Commentary on the minireview by A.B. Okey D.S. Riddick and P.A. Harper. *Toxicol.* 70:1-22.
- Quijano L, Marin S, Millan E, Yusa V, Font G, Pardo O. 2018. Dietary exposure and risk assessment of polychlorinated dibenzo-p-dioxins, polychlorinated dibenzofurans and dioxin-like polychlorinated biphenyls of the population in the Region of Valencia (Spain). *Food Addit Contam Part A Chem Anal Control Expo Risk Assess.* 35:740-9.
- Quaß U, Fermann MW, Broker G. 2000. Step towards a European dioxin emission inventory. *Chemosphere.* 40:1125-1129.
- Quaß U, Fermann M, Broker G. 2004. The European dioxin air emission inventory project-final results. *Chemosphere.* 54:1319-1327.
- Rodgers KM, Udesky JO, Rudel RA, Brody JG. 2018. Environmental chemicals and breast cancer: An updated review of epidemiological literature informed by biological mechanisms. *Environ Res.* 160:152-182
- SCF. 2001. Scientific Committee on Food (SCF). Opinion of the Scientific Committee on Food on the Risk Assessment of Dioxins and Dioxin-like PCBs in Food. Adopted on 30 May 2001. European Commission, Brussels
- Thoma H. 1988. PCDD-F concentrations in chimney soot from house heating systems. *Chemosphere.* 17:1369-1379.
- Van den Berg M, Birnbaum LS, Denison M, De Vito M, Farland W, Feeley M, et al. 2006. The 2005 World Health Organization reevaluation of human and Mammalian toxic equivalency factors for dioxins and dioxin-like compounds. *Toxicol Sci.* 93:223-241.

Zook DR, Rappe C. 1994. Environmental sources, distribution, and fate of polychlorinated dibenzodioxins, dibenzofurans, and related organochlorines. In: Schecter A, editor. ed. Dioxins and Health. New York: Plenum Press. Pp.80–113.

Zubero MB, Eguiraun E, Aurrekoetxea JJ, Lertxundi A, Abad E, Parera J, et al. 2017. Changes in serum dioxin and PCB levels in residents around a municipal waste incinerator in Bilbao, Spain. Environ Res. 156:738-746.

WHO 2000. World Health Organization. Regional Office for Europe. (2000). Air quality guidelines for Europe, 2nd ed. Copenhagen: WHO Regional Office for Europe.
<https://apps.who.int/iris/handle/10665/107335>.

WHO 2005. World Health Organization. The International Programme of Safety. Geneva. World Health Organization (https://www.who.int/ipcs/assessment/tef_values.pdf)

WHO 2016. Dioxins and their effects on human health. Geneva, World Health Organization (<https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/dioxins-and-their-effects-on-human-health>)

WHO 2019. Preventing disease through healthy environments. Exposure to dioxins and dioxin-like substances: A major public concern. Geneva, World Health Organization (<https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/329485/WHO-CED-PHE-EPE-19.4.4-eng.pdf?ua=1>)

6.- AMIANTO

Con el término amianto o asbestos, se designa a un grupo de seis materiales fibrosos diferentes (amosita, crisolita, crocidolita y las formas fibrosas de tremolita, actinolita, y antofilita) de origen mineral, que en su rotura o trituración son susceptibles de liberar fibras.

Los minerales de asbesto tienen fibras largas y resistentes que se pueden separar y son suficientemente flexibles como para ser entrelazadas y también resisten altas temperaturas. Debido a estas características, el asbesto se ha usado para una gran variedad de productos manufacturados, principalmente en materiales de construcción (tejas para techado, baldosas y azulejos, productos de papel y productos de cemento con asbesto). Las fibras de amianto, no se desprenden de forma natural, sino que es necesario que se produzca una manipulación o alteración de dichos materiales para que tenga lugar la liberación y emisión de las fibras, lo que no ocurre si en un estado natural no se manipula.

La principal vía de exposición al amianto es la vía inhalatoria, para la que están muy definidos sus efectos en salud. El riesgo de que se presente una enfermedad asociada al amianto está relacionado con la concentración de las fibras presentes en el aire, la duración y frecuencia de la exposición, el tamaño de las fibras inhaladas y el tiempo transcurrido desde la exposición inicial. La exposición al amianto ocurre principalmente en el ambiente laboral.

El asbesto afecta principalmente a los pulmones y a la membrana que los envuelve, la pleura. Respirar altos niveles de fibras de asbesto por largo tiempo puede producir lesiones que parecen cicatrices en el pulmón y en la pleura. Esta enfermedad se llama asbestosis y ocurre comúnmente en trabajadores expuestos al asbesto, pero no en el público en general. La gente con asbestosis tiene dificultad para respirar, a menudo tiene tos, y en casos graves sufre dilatación del corazón. La asbestosis es una enfermedad grave que eventualmente puede producir incapacidad y la muerte (ATSDR, 2001).

La Agencia Internacional para la Investigación del Cáncer (IARC) y la Agencia de Protección ha clasificado a todas las fibras de amianto como “cancerígenas para los humanos” (IARC, 2012). Hay dos tipos de cáncer producidos por exposición al asbesto: cáncer del pulmón y mesotelioma.

Legislación y otras referencias sobre los riesgos de la exposición al amianto

Hay legislación comunitaria y estatal que regula la exposición laboral y las medidas de prevención de riesgos y seguimiento del personal trabajador expuesto a amianto, pero no hay legislación para las exposiciones ambientales de la población general.

La legislación española sobre amianto está desarrollada por el “RD 396/2006 de 31 de marzo por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud aplicables a los trabajos con riesgo de exposición al amianto”. En esta norma se fija un valor límite ambiental de exposición diaria (VLA-ED) para todas las variedades de 0,1 fibras por centímetro cúbico (0,1 fibras/cm³) (exposición laboral 8h/día, 40h/semana). Establece también los criterios para la toma de muestras y el análisis (recuento de fibras) que se realizará preferentemente por el procedimiento descrito en el método MTA/MA-051/A04 del Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo (INSST), o por cualquier otro método que dé resultados equivalentes.

No existe un valor límite en la legislación española aplicable a las concentraciones de fibras de amianto en aire en las mediciones de control e índice de descontaminación. El INSST en su “Guía Técnica para la

evaluación y prevención de los riesgos relacionados con la exposición al amianto” indica una serie de criterios que se pueden aplicar para establecer estas referencias entre los que se encuentra la utilización de valores de referencia de otros países. Estos valores difieren de unos países a otros y no son equivalentes entre sí. El más frecuente para medidas de índice de descontaminación es 0,01 fibras/cm³.

6.1 MATERIAL Y METODO

Se realizaron muestreos manuales para la determinación de fibras de amianto. Las muestras se analizaron en el Laboratorio de Salud Pública del Gobierno Vasco³¹.

6.1.1 Toma de muestras y equipos de muestreo

La toma de muestra se realizó con bombas de bajo volumen SKC (Modelo Airchek XR5000) calibradas con celdas drycal trazables ENAC. Siguiendo las indicaciones del método, el caudal de operación nominal comprendía entre 2,50 a 3,50 litros/minuto ($\pm 5\%$). Como material de muestreo se utilizó un filtro de ésteres de celulosa de 25 mm de diámetro y un tamaño de poro de 0,8 μm , incorporando cuadrícula impresa.

6.1.2 Técnica analítica

La determinación de fibras se realizó en base al método MTA/MA-051/A04 publicado por el Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo del Ministerio de Trabajo y Economía Social para la determinación de la concentración de fibras de amianto y otras fibras en aire ambiente, expresadas en número de fibras por centímetro cúbico, mediante captación en filtro de membrana y recuento por microscopía óptica de contraste de fases (Método multifibra).

El filtro muestreado se transforma de membrana opaca en espécimen transparente, ópticamente homogéneo con acetona. A continuación, se miden y cuentan las fibras, utilizando un microscopio con contraste de fases. El resultado se expresa en fibras por centímetro cúbico de aire que se calcula a partir del número de fibras contenidas en el filtro y el volumen de aire muestreado.

Todos los ensayos se realizaron al amparo de un Sistema de Aseguramiento de la Calidad conforme a la norma UNE-EN 17025, incluyendo la toma de muestras y las operaciones de verificación y calibración de equipos.

6.1.3 Puntos de muestreo

La selección de los puntos de muestreo de amianto se realizó teniendo en cuenta las tareas en el vertedero que implicaban movimiento de residuos. Se tomó como potencial fuente de fibras la zona derrumbada del vertedero y la zona de acopio temporal de residuos que se realizaba junto a la autopista.

³¹ En este informe se hace referencia únicamente a las muestras procesadas en el laboratorio de salud pública del Gobierno Vasco. Otros agentes también han realizado mediciones de amianto en el entorno del vertedero en el marco de salud laboral.

Entre el 9 de febrero y el 31 de marzo de 2020, se tomaron muestras de amianto en los siguientes puntos:

	Punto de muestreo	Municipio	Coordenadas UTM30 ETRS89	
			X	Y
PA1	Zona Teknimap	EIBAR	542145.75	4781196.49
PA2	Zona San Lorenzo	ERMUA	540859.67	4780794.16
PA3	Barrio Eitzaga	ZALDIBAR	540294.05	4780337.25
PA4	Barrio Amaña	EIBAR	541733.47	4781101.85
PA5	Junto a caserío	ERMUA	540748.14	4780707.25
PA6	Junto a vivienda	ERMUA	540736.55	4780640.71



6.2 RESULTADOS

Los resultados de las muestras analizadas en el Laboratorio de Salud Pública se pueden consultar en el “Informe de resultados sobre la calidad del aire ambiente en los términos municipales de Ermua, Eibar y Zaldibar. (Fibras de amianto y otras fibras), de fecha 14 de mayo de 2020”³².

Se han analizado 87 muestras hasta el 31 de marzo de 2020. Todos los resultados son inferiores a 0,01 fibras por centímetro cúbico (<0,01 fibras/cm³).

6.3 CONCLUSIONES

Los resultados de todas las muestras analizadas en el Laboratorio de Salud Pública del Gobierno Vasco son inferiores a 0,01 fibras por centímetro cúbico.

6.4 BIBLIOGRAFIA

ATSDR 2001. Agency for Toxic Substances and Disease Registry (ATSDR). Toxicological Profile for Asbestos . Atlanta, GA: U.S. Department of Health and Human Services, Public Health Service (<https://www.atsdr.cdc.gov/toxprofiles/TP.asp?id=30&tid=4>)

IARC. International Agency for Research in Cancer. Complete List of Agents evaluated and their classification. (<https://monographs.iarc.fr/list-of-classifications>)

IARC 2012. International Agency for Research in Cancer (IARC). Monographs on the evaluation of carcinogenic risks to humans. Asbestos (all forms, including actinolite, amosite, anthophyllite, chrysotile, crocidolite, tremolite). Volumen 100 C. Lyon, France – 2012. (<https://monographs.iarc.fr/wp-content/uploads/2018/06/mono100C-11.pdf>)

INSST 2008. Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo. Guía Técnica para la evaluación y prevención de los riesgos relacionados con la exposición al amianto. (<https://www.insst.es/especificas>)

WHO 2000. World Health Organization. Regional Office for Europe. Air quality guidelines for Europe, 2nd ed. (<https://apps.who.int/iris/handle/10665/107335>).

³² [Informe sobre la monitorización de los niveles de calidad del aire en el entorno del vertedero de Zaldibar. Anexo 11.](#)

ANEXO 1.- PARÁMETROS ANALIZADOS

1A.- COMPUESTOS ORGÁNICOS VOLÁTILES (µg/m³) Límite de cuantificación 0,1 µg/m³							
1	1,1,1,2-Tetracloroetano	45	2-Etoxietanol	88	Ciclohexanona	131	n-Butanal
2	1,1,1-Tricloroetano	46	2-Etoxietil acetato	89	cis-1,3-Dicloropropeno	132	n-Butil acetato
3	1,1,2,2-Tetracloroetano	47	2-Metil-2-propanotiol	90	Clorobenceno	133	n-Butil acrilato
4	1,1,2-Tricloroetano	48	2-metilbutano	91	Cloroetano	134	n-Butilbenceno
5	1,1-Dicloroetano	49	2-Metilhexano	92	Cloroformo	135	n-Decanal
6	1,1-Dicloroeteno	50	2-Metilnonano	93	Clorometano	136	n-Decano
7	1,1-Dicloropropeno	51	2-Metilpentano	94	Cloruro de vinilo	137	n-Dodecano
8	1,1-Dimetoxietano	52	2-Metoxietanol	95	delta-3-Careno	138	n-Heptano
9	1,2,3-Triclorobenceno	53	2-Metoxietil acetato	96	Dibromoclorometano	139	n-Hexadecano
10	1,2,3-Tricloropropano	54	2-Propanol	97	Dibromometano	140	n-Hexanal
11	1,2,3-Trimetilbenceno	55	3-Metil-2-butanona	98	Diclorodifluorometano	141	n-Hexano
12	1,2,4-Triclorobenceno	56	3-Metilheptano	99	Diclorometano	142	n-Nonanal
13	1,2,4-Trimetilbenceno	57	3-Metilhexano	100	Dietil disulfuro	143	n-Nonano
14	1,2-Dibromo-3-cloropropano	58	3-Metiloctano	101	Dimetil disulfuro	144	n-Octanal
15	1,2-Dibromoetano	59	3-Metilpentano	102	Dimetilftalato	145	n-Octano
16	1,2-Diclorobenceno	60	4-Clorotolueno	103	Dimetilsulfuro	146	n-Pentadecano
17	1,2-Dicloroetano	61	4-Metil-2-pentanona	104	Dimetoximetano	147	n-Propilbenceno
18	1,2-Dicloroeteno (cis)	62	Acetaldehido	105	Disulfuro de carbono	148	n-Tetradecano
19	1,2-Dicloroeteno (trans)	63	Acetato de etilo	106	Epicloridrina	149	n-Tridecano
20	1,2-Dicloropropano	64	Acetato de isopropilo	107	Estireno	150	n-Undecano
21	1,3,5-Trimetilbenceno	65	Acetato de propilo	108	Etanotiol	151	o-Etiltolueno
22	1,3-butadieno (UM8)	66	Acetato de vinilo	109	Etil acrilato	152	o-Metilestireno
23	1,3-Diclorobenceno	67	Acetofenona	110	Etil terc-butil disulfuro	153	Óxido de propileno
24	1,3-Dicloropropano	68	Acetona	111	Etilbenceno	154	o-Xileno
25	1,3-Diisopropilbenceno	69	Ácido acético	112	Etilnilbenceno	155	p-Diclorobenceno
26	1,4-Dioxano	70	Ácido butírico	113	Fenol	156	Pentano
27	1-Butanol	71	Acrilato de metilo	114	Furano	157	Piridina
28	1-Deceno	72	Acrilonitrilo	115	Hexaclorobutadieno	158	p-Isopropiltolueno
29	1-Hexanol	73	alfa-Cedreno	116	Indeno	159	p-Metil estireno
30	1-Metoxi-2-propanol	74	alfa-Metil estireno	117	Isopropilbenceno	160	Propilenglicol
31	1-Octanol	75	alfa-Pineno	118	Limoneno	161	p-Xileno
32	1-Octeno	76	Anilina	119	Longifoleno	162	sec-Butilbenceno
33	1-Pentanol	77	Benceno	120	Metanotiol	163	terc-Butanol
34	1-Propanol	78	beta-Pineno	121	Metil etil disulfuro	164	terc-Butilbenceno
35	2-(2-Butoxi)etanol	79	Bromobenceno	122	Metil metacrilato	165	Tetracloroetano
36	2,2,4-Trimetilpentano	80	Bromoclorometano	123	Metil terc-butil disulfuro	166	Tetraclorometano
37	2,2-Dicloropropano	81	Bromodiclorometano	124	Metil terc-butiléter	167	Tetrahidrofurano
38	2,6-di-t-Butil-4-metilfenol	82	Bromoformo	125	Metilciclohexano	168	Tetrahidrotiofeno
39	2-Butanona	83	Bromometano	126	Metilciclopentano	169	Tolueno
40	2-Butoxietanol	84	Canfeno	127	m-Etiltolueno	170	Tolueno-d8
41	2-Butoxietil acetato	85	Caprolactama	128	m-Xileno	171	trans-1,3-Dicloropropeno
42	2-Clorotolueno	86	Ciclohexano	129	N,N-Dimetilformamida	172	Tricloroeteno
43	2-Etil-1-hexanol	87	Ciclohexanol	130	Naftaleno (fracción gas)	173	Triclorofluorometano

1B.- METALES E HIDROCARBUROS AROMÁTICOS POLICÍCLICOS ASOCIADOS A LAS PM10

METALES PM10		Límite de cuantificación
1	Arsénico PM10 ng/m ³	0,4 ng/m ³
2	Bario PM10 ng/m ³	4 ng/m ³
3	Cadmio PM10 ng/m ³	0,4 ng/m ³
4	Cerio PM10 ng/m ³	0,04 ng/m ³
5	Cinc PM10 µg/m ³	0,04 µg/m ³
6	Cobalto PM10 ng/m ³	0,04 ng/m ³
7	Cobre PM10 ng/m ³	4 ng/m ³
8	Cromo PM10 ng/m ³	4 ng/m ³
9	Hierro PM10 µg/m ³	0,1 µg/m ³
10	Manganeso PM10 ng/m ³	9 ng/m ³
11	Mercurio PM10 ng/m ³	0,09 ng/m ³
12	Níquel PM10 ng/m ³	4 ng/m ³
13	Paladio PM10 ng/m ³	0,04 ng/m ³
14	Plomo PM10 µg/m ³	0,02 µg/m ³
15	Selenio PM10 ng/m ³	0,4 ng/m ³
16	Vanadio PM10 ng/m ³	0,4 ng/m ³

HIDROCARBUROS AROMÁTICOS POLICÍCLICOS PM10 (ng/m ³)		Límite de cuantificación
1	Acenaftileno	0,2 ng/m ³
2	Acenaphthene	0,1 ng/m ³
3	Acenafteno	0,1 ng/m ³
4	Benzo (a) antraceno	0,1 ng/m ³
5	Benzo (a) pireno	0,1 ng/m ³
6	Benzo (b) fluoranteno	0,1 ng/m ³
7	Benzo (g,h,i) perileno	0,1 ng/m ³
8	Benzo (k) fluoranteno	0,1 ng/m ³
9	Criseno	0,1 ng/m ³
10	Dibenzo (a,h) antraceno	0,1 ng/m ³
11	Fenantreno	0,1 ng/m ³
12	Fluoranteno	0,1 ng/m ³
13	Fluoreno	0,1 ng/m ³
14	Indeno (1,2,3-c,d) pireno	0,1 ng/m ³
15	Naftaleno	0,1 ng/m ³
16	Pireno	0,1 ng/m ³

1C.- DIOXINAS, FURANOS Y PCB (fg/m³)

DIOXINAS.- Congéneres de PCDD (Pliclorodibenzo-p-dioxinas)	
Compuesto	Abreviatura
2,3,7,8-tetraclorodibenzo-p-dioxina	2378-TCDD
1,2,3,7,8-pentaclorodibenzo-p-dioxina	12378-PECDD
1,2,3,4,7,8-hexaclorodibenzo-p-dioxina	123478-HXCDD
1,2,3,6,7,8-hexaclorodibenzo-p-dioxina	123678-HXCDD
1,2,3,7,8,9-hexaclorodibenzo-p-dioxina	123789-HXCDD
1,2,3,4,6,7,8-heptaclorodibenzo-p-dioxina	1234678-HPCDD
octaclorodibenzo-p-dioxina	OCDD

FURANOS.- Congéneres de PCDF (Policlorodibenzofuranos)	
Compuesto	Abreviatura
2,3,7,8-tetraclorodibenzofurano	2378-TCDF
1,2,3,7,8-pentaclorodibenzofurano	12378-PECDF
2,3,4,7,8-pentaclorodibenzofurano	23478-PECDF
1,2,3,4,7,8-hexaclorodibenzofurano	123478-HXCDF
1,2,3,6,7,8-hexaclorodibenzofurano	123678-HXCDF
1,2,3,7,8,9-hexaclorodibenzofurano	234678-HXCDF
2,3,4,6,7,8-hexaclorodibenzofurano	123789-HXCDF
1,2,3,4,6,7,8-heptaclorodibenzofurano	1234678-HPCDF
1,2,3,4,7,8,9-heptaclorodibenzofurano	1234789-HPCDF
octaclorodibenzofurano	OCDF

PCB.- Congéneres de PCB (Policlorobifenilos)	
Compuesto	Abreviatura
2,4,4'-triclorobifenilo	PCB 28
2,2',5,5'-tetraclorobifenilo	PCB 52
3,3',4,4'-tetraclorobifenilo	PCB 77
3,4,4',5-tetraclorobifenilo	PCB 81
2,2',4,5,5'-pentaclorobifenilo	PCB 101
2,3,3',4,4'-pentaclorobifenilo	PCB 105
2,3,4,4',5-pentaclorobifenilo	PCB 114
2,3',4,4',5-pentaclorobifenilo	PCB 118
2',3,4,4',5-pentaclorobifenilo	PCB 123
3,3,4,4',5-pentaclorobifenilo	PCB 126
2,2',3,4,4',5'-hexaclorobifenilo	PCB 138
2,2',4,4',5,5'-hexaclorobifenilo	PCB 153
2,3,3',4,4',5-hexaclorobifenilo	PCB 156
2,3,3',4,4',5'-hexaclorobifenilo	PCB 157
2,3',4,4',5,5'-hexaclorobifenilo	PCB 167
3,3',4,4',5,5'-hexaclorobifenilo	PCB 169
2,2',3,4,4',5,5'-heptaclorobifenilo	PCB 180
2,3,3',4,4',5,5'-heptaclorobifenilo	PCB 189

1D.- AMIANTO

ANEXO 2.- UBICACIÓN DE PUNTOS DE MUESTREO

2A.- MUESTREOS EN CONTINUO. UNIDADES MÓVILES (UM 7 Y UM 8). ERMUA Y EIBAR

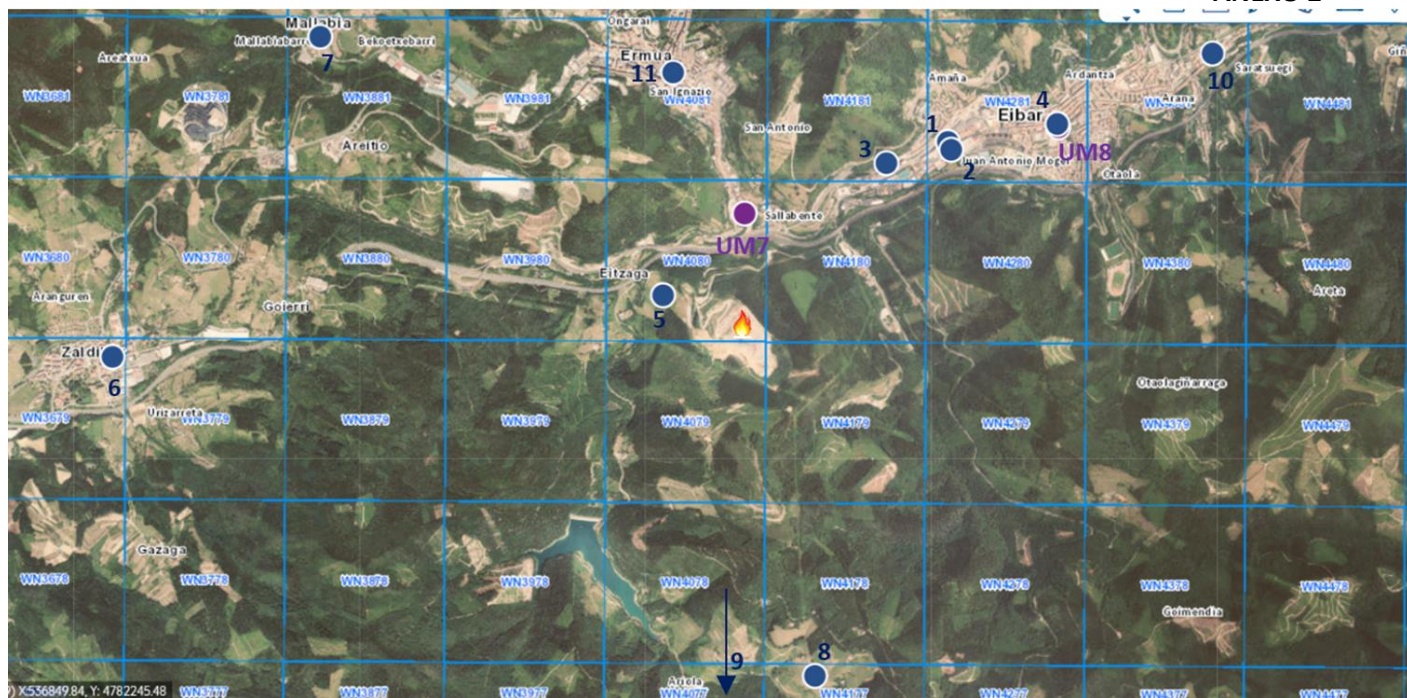
Puntos de muestreo de compuestos orgánicos volátiles (muestreo en continuo) e hidrocarburos aromáticos policíclicos y metales asociados a PM10.

Ubicación	Punto de muestreo	Municipio	Coordenadas UTM30 ETRS89	
			X	Y
UM7	Zona San Lorenzo	ERMUA	540859.67	4780794.16
UM8	Plaza Unzaga	EIBAR	542820.94	4781338.26

2B.- MUESTREOS MANUALES. - Compuestos Orgánicos Volátiles

Ubicación	Punto de muestreo	Municipio	Coordenadas UTM30 ETRS89	
			X	Y
1	Hospital Eibar Cruce Santainés-Otaola Hiribidea	Eibar	542125.39	4781245.45
2	Calle Santainés	Eibar	542150,53	4781199,13
3	Barrio Amaña, Calle Tiburcio 23	Eibar	541747,17	4781108,02
4	Unzaga 1	Eibar	542808,91	4781360,71
5	Eitzaga Auzoa, 14	Zaldibar	540355,86	4780281,14
6	Plaza Ayuntamiento Zaldibar	Zaldibar	536914.97	4779885.13
7	Elmoste kalea 8 (Parque Infantil)	Mallabia	538203,21	4781874,53
8	Agroturismo. Egoetxeaga,22	Elgeta	541319,31	4777929,22
9	Domingo Iturbe 2 (Explanada frente Herri Eskola)	Elgeta	541781,18	4776201,48
10	Exterior Urkizu Eskola	Eibar	543778,47	4781804,93
11	Junto plaza Orbe Kardinal. Torrekoa 2	Ermua	540411,07	4781669,85

ANEXO 2



2C.- PUNTOS DE MUESTREO DE DIOXINAS Y FURANOS

	Punto de muestreo	Municipio	Coordenadas UTM30 ETRS89	
			X	Y
Captador 1	Zona San Lorenzo	ERMUA	540859.67	4780794.16
Captador 2	Plaza Unzaga	EIBAR	542820.94	4781338.26
Captador 3	Barrio Eitzaga	ZALDIBAR	540161.31	4780481.18
Captador 4	Ermua centro	ERMUA	540484.00	4781586.00



2D.- PUNTOS DE MUESTREO DE AMIANTO

	Punto de muestreo	Municipio	Coordenadas UTM30 ETRS89	
			X	Y
PA1	Zona Teknimap	EIBAR	542145.75	4781196.49
PA2	Zona San Lorenzo	ERMUA	540859.67	4780794.16
PA3	Barrio Eitzaga	ZALDIBAR	540294.05	4780337.25
PA4	Barrio Amaña	EIBAR	541733.47	4781101.85
PA5	Junto a caserío	ERMUA	540748.14	4780707.25
PA6	Junto a vivienda	ERMUA	540736.55	4780640.71



ANEXO 3.- ESTADISTICOS COMPUESTOS ORGÁNICOS VOLÁTILES

ANEXO 3A.- COVs ERMUA (UM 7)

ERMUA - INCENDIO ACTIVO

COMPUESTO (µg/m³)	Nº muestras	% de n por encima del LC	Media	Desviación estándar (SD)	Error estándar de la media	Mediana	Máximo	Percentil 98	Percentil 95	Percentil 75	Percentil 25
Toluene	217	96,38	2,68	3,84	0,26	1,28	34,49	13,22	8,30	2,86	0,79
Ethylbenzene	221	95,48	0,56	0,65	0,04	0,32	4,59	2,58	1,71	0,74	0,17
Tetrachloromethane	221	92,31	0,20	0,05	0,00	0,21	0,28	0,26	0,25	0,23	0,19
m-Xylene	221	90,50	0,53	0,77	0,05	0,27	6,73	2,78	1,56	0,60	0,17
Trichlorofluoromethane	221	83,71	1,06	0,52	0,03	1,26	1,64	1,55	1,53	1,45	0,83
Benzene	221	83,71	0,91	1,21	0,08	0,53	9,56	4,34	3,26	1,25	0,15
Styrene	221	82,81	0,51	0,62	0,04	0,35	4,44	2,15	1,74	0,64	0,13
alpha-Pinene	221	77,83	0,36	0,40	0,03	0,20	3,30	1,30	1,00	0,58	0,11
Acetophenone	221	75,57	1,33	0,98	0,07	1,36	3,18	2,96	2,78	2,19	0,32
Acetone	221	70,14	4,37	4,14	0,28	4,49	35,05	12,96	9,98	6,01	0,05
n-Decane	221	67,42	0,25	0,35	0,02	0,16	3,38	1,16	0,67	0,29	0,05
n-Heptane	221	61,09	0,78	1,27	0,09	0,39	10,07	4,89	2,84	0,90	0,05
Tetrachloroethene	221	59,28	0,56	1,07	0,07	0,15	6,74	4,31	2,86	0,42	0,05
Dichlorodifluoromethane	221	54,75	0,99	0,92	0,06	1,00	2,95	2,27	2,24	1,89	0,05
3-Methylhexane	221	45,25	0,98	1,88	0,13	0,05	12,37	7,47	4,32	1,10	0,05
Pentane	221	44,80	3,14	4,58	0,31	0,05	35,29	14,26	9,80	5,50	0,05
2-Methylpentane	221	44,34	0,17	0,19	0,01	0,05	1,22	0,81	0,51	0,22	0,05
o-Xylene	221	42,99	0,13	0,13	0,01	0,05	0,86	0,50	0,36	0,18	0,05
Phenol	221	41,18	0,09	0,06	0,00	0,05	0,27	0,23	0,19	0,13	0,05
1,3,5-Trimethylbenzene	221	40,72	0,12	0,12	0,01	0,05	0,80	0,45	0,38	0,14	0,05
n-Hexane	221	36,20	0,33	0,45	0,03	0,05	2,26	1,81	1,23	0,56	0,05
3-Methylpentane	221	35,75	0,29	0,40	0,03	0,05	2,26	1,43	1,12	0,44	0,05
Limonene	221	28,05	0,10	0,10	0,01	0,05	0,62	0,38	0,31	0,12	0,05
2,2,4-Trimethylpentane	221	26,70	0,41	0,83	0,06	0,05	7,14	2,64	1,83	0,51	0,05
Methylcyclopentane	221	19,46	0,09	0,11	0,01	0,05	0,84	0,48	0,29	0,05	0,05

ERMUA - INCENDIO ACTIVO

COMPUESTO (µg/m³)	Nº muestras	% de n por encima del LC	Media	Desviación estándar (SD)	Error estándar de la media	Mediana	Máximo	Percentil 98	Percentil 95	Percentil 75	Percentil 25
n-Undecane	221	14,48	0,26	0,61	0,04	0,05	4,30	2,19	1,55	0,05	0,05
2-Butanone (MEK)	221	9,05	0,26	0,91	0,06	0,05	8,38	2,23	1,46	0,05	0,05
Ethyl acetate	221	8,14	0,12	0,32	0,02	0,05	3,12	1,00	0,47	0,05	0,05
Naphthalene	221	8,14	0,06	0,02	0,00	0,05	0,22	0,14	0,12	0,05	0,05
Chloroform	221	7,24	0,06	0,02	0,00	0,05	0,20	0,14	0,11	0,05	0,05
n-Dodecane	221	5,88	0,06	0,02	0,00	0,05	0,26	0,15	0,11	0,05	0,05
Cyclohexane	221	4,52	0,06	0,03	0,00	0,05	0,35	0,15	0,05	0,05	0,05
2-Propanol	221	2,71	0,16	0,81	0,05	0,05	8,88	1,17	0,05	0,05	0,05
Chlorobenzene	221	2,71	0,05	0,01	0,00	0,05	0,19	0,10	0,05	0,05	0,05
n-Nonane	221	2,71	0,05	0,01	0,00	0,05	0,13	0,11	0,05	0,05	0,05
1,2,4-Trimethylbenzene	221	2,26	0,05	0,04	0,00	0,05	0,46	0,08	0,05	0,05	0,05
Methyl methacrylate	221	1,81	0,05	0,02	0,00	0,05	0,32	0,05	0,05	0,05	0,05
Dimethyl sulphide	221	0,90	0,05	0,02	0,00	0,05	0,32	0,05	0,05	0,05	0,05
tert-Butanol	221	0,90	0,05	0,04	0,00	0,05	0,52	0,05	0,05	0,05	0,05
Isopropylbenzene (cumene)	221	0,90	0,05	0,01	0,00	0,05	0,16	0,05	0,05	0,05	0,05
Tetrahydrofuran (THF)	221	0,45	0,05	0,03	0,00	0,05	0,47	0,05	0,05	0,05	0,05
1,1,1-Trichlorethane	221	0,45	0,05	0,02	0,00	0,05	0,36	0,05	0,05	0,05	0,05
Methylcyclohexane	221	0,45	0,05	0,00	0,00	0,05	0,12	0,05	0,05	0,05	0,05
p-Xylene	221	0,45	0,05	0,01	0,00	0,05	0,26	0,05	0,05	0,05	0,05
n-Propylbenzene	221	0,45	0,05	0,01	0,00	0,05	0,25	0,05	0,05	0,05	0,05
beta-Pinene	221	0,45	0,05	0,01	0,00	0,05	0,19	0,05	0,05	0,05	0,05
p-Isopropyltoluene (p-Cymene)	221	0,45	0,05	0,00	0,00	0,05	0,10	0,05	0,05	0,05	0,05

ERMUA - INCENDIO SOFOCADO

COMPUESTO (µg/m ³)	Nº muestras	% de n por encima del LC	Media	Desviación estándar (SD)	Error estándar de la media	Mediana	Máximo	Percentil 98	Percentil 95	Percentil 75	Percentil 25
Toluene	589	98,30	2,90	3,31	0,14	1,84	21,71	15,47	9,88	3,10	1,07
Tetrachloromethane	593	96,80	0,31	0,07	0,00	0,33	0,42	0,41	0,40	0,37	0,27
m-Xylene	593	93,60	0,53	0,59	0,02	0,38	5,67	2,12	1,45	0,62	0,22
Trichlorofluoromethane	593	93,30	1,59	0,44	0,02	1,72	3,45	1,87	1,84	1,77	1,61
n-Decane	593	93,10	0,51	0,82	0,03	0,32	9,19	2,62	1,33	0,54	0,18
Benzene	593	91,60	0,40	0,32	0,01	0,31	2,20	1,28	1,03	0,52	0,19
Ethylbenzene	593	90,10	0,35	0,36	0,02	0,26	3,48	1,34	0,94	0,41	0,15
Acetophenone	593	84,70	2,84	1,91	0,08	2,74	6,38	5,84	5,61	4,67	1,16
Tetrachloroethene	593	82,00	0,93	1,52	0,06	0,35	10,03	6,04	4,63	0,82	0,14
alpha-Pinene	593	80,90	0,77	1,40	0,06	0,35	12,54	5,21	2,94	0,83	0,14
1,3,5-Trimethylbenzene	593	65,30	0,18	0,14	0,01	0,14	0,83	0,58	0,43	0,24	0,05
Phenol	593	64,80	0,14	0,08	0,00	0,15	0,31	0,27	0,26	0,22	0,05
3-Methylhexane	593	64,40	1,04	1,65	0,07	0,53	14,97	6,11	4,21	1,17	0,05
n-Heptane	593	61,20	0,79	1,23	0,05	0,40	10,81	4,31	3,35	0,94	0,05
Acetone	593	61,00	4,86	5,35	0,22	4,13	28,91	20,18	16,17	7,50	0,05
Dichlorodifluoromethane	593	60,40	1,41	1,13	0,05	2,24	2,60	2,54	2,51	2,43	0,05
Styrene	593	55,60	0,18	0,21	0,01	0,11	2,20	0,78	0,55	0,21	0,05
2-Methylpentane	420	50,10	0,34	0,38	0,02	0,26	3,09	1,50	0,99	0,46	0,05
Methylcyclopentane	593	49,20	0,14	0,14	0,01	0,05	1,08	0,52	0,40	0,19	0,05
n-Hexane	593	48,90	0,61	0,99	0,04	0,05	17,06	2,64	2,24	0,87	0,05
o-Xylene	593	46,50	0,18	0,27	0,01	0,05	3,90	0,60	0,47	0,24	0,05
3-Methylpentane	420	41,50	0,60	0,68	0,03	0,52	5,49	2,40	1,71	0,91	0,05
2,2,4-Trimethylpentane	593	35,80	0,50	0,81	0,03	0,05	6,24	3,07	1,97	0,84	0,05
Pentane	470	31,20	2,38	3,35	0,15	0,05	14,93	11,23	8,94	4,56	0,05
Limonene	593	29,00	0,10	0,11	0,01	0,05	0,85	0,47	0,30	0,12	0,05

ERMUA - INCENDIO SOFOCADO

COMPUESTO (µg/m³)	Nº muestras	% de n por encima del LC	Media	Desviación estándar (SD)	Error estándar de la media	Mediana	Máximo	Percentil 98	Percentil 95	Percentil 75	Percentil 25
Chloroform	593	28,80	0,08	0,07	0,00	0,05	0,61	0,29	0,21	0,11	0,05
Ethyl acetate	593	16,70	0,17	0,37	0,02	0,05	4,21	1,26	0,77	0,05	0,05
2-Butanone (MEK)	593	16,00	0,42	1,00	0,04	0,05	7,64	3,91	2,34	0,05	0,05
n-Undecane	593	14,80	0,29	0,70	0,03	0,05	4,84	3,00	1,67	0,05	0,05
n-Dodecane	593	6,20	0,06	0,04	0,00	0,05	0,37	0,18	0,12	0,05	0,05
n-Nonane	593	5,70	0,05	0,02	0,00	0,05	0,20	0,13	0,10	0,05	0,05
2-Propanol	593	5,20	0,18	0,64	0,03	0,05	7,77	2,32	0,81	0,05	0,05
Naphthalene	593	5,20	0,05	0,02	0,00	0,05	0,18	0,13	0,10	0,05	0,05
Cyclohexane	593	5,10	0,06	0,04	0,00	0,05	0,53	0,24	0,07	0,05	0,05
Trichloroethene	593	2,70	0,05	0,02	0,00	0,05	0,27	0,12	0,05	0,05	0,05
tert-Butanol	593	2,00	0,07	0,12	0,01	0,05	1,80	0,11	0,05	0,05	0,05
Methylcyclohexane	593	1,90	0,05	0,02	0,00	0,05	0,47	0,05	0,05	0,05	0,05
beta-Pinene	593	1,90	0,05	0,01	0,00	0,05	0,19	0,05	0,05	0,05	0,05
p-Xylene	593	1,50	0,05	0,04	0,00	0,05	0,81	0,05	0,05	0,05	0,05
1,2,4-Trimethylbenzene	593	1,50	0,06	0,05	0,00	0,05	0,99	0,05	0,05	0,05	0,05
Dimethyl sulphide	593	1,30	0,05	0,03	0,00	0,05	0,43	0,05	0,05	0,05	0,05
1,1,1-Trichlorethane	593	0,30	0,05	0,01	0,00	0,05	0,25	0,05	0,05	0,05	0,05
n-Propylbenzene	593	0,30	0,05	0,02	0,00	0,05	0,40	0,05	0,05	0,05	0,05
p-Isopropyltoluene (p-cymene)	593	0,30	0,05	0,01	0,00	0,05	0,16	0,05	0,05	0,05	0,05
Isopropylbenzene (cumene)	593	0,20	0,05	0,00	0,00	0,05	0,11	0,05	0,05	0,05	0,05

ANEXO 3B.- COVs EIBAR (UM 8)

EIBAR - INCENDIO ACTIVO											
COMPUESTO (µg/m³)	Nº muestras	% de n por encima del LC	Media	Desviación estándar (SD)	Error estándar de la media	Mediana	Máximo	Percentil 98	Percentil 95	Percentil 75	Percentil 25
Benzene	166	95,20	1,07	1,41	0,11	0,66	14,24	4,50	3,04	1,20	0,45
Trichlorofluoromethane	166	83,70	0,60	0,26	0,02	0,70	0,95	0,88	0,86	0,76	0,59
Toluene	166	79,50	2,40	3,30	0,26	1,28	16,02	11,95	9,52	2,63	0,24
Tetrachloromethane	166	77,70	0,23	0,10	0,01	0,27	0,39	0,34	0,33	0,30	0,20
Acetone	166	74,70	4,17	3,56	0,28	3,88	21,23	12,92	10,48	5,48	0,59
Ethylbenzene	166	68,10	0,65	1,18	0,09	0,27	10,99	4,03	2,28	0,78	0,05
Tetrachloroethene	166	52,40	0,35	0,48	0,04	0,10	2,59	1,65	1,43	0,49	0,05
n-Heptane	166	47,00	0,35	0,92	0,07	0,05	9,83	1,89	1,22	0,27	0,05
o-Xylene	166	45,20	0,25	0,42	0,03	0,05	2,76	1,34	1,02	0,24	0,05
p-Xylene	166	41,00	0,28	0,51	0,04	0,05	4,19	1,94	1,02	0,30	0,05
n-Decane	166	39,20	0,19	0,33	0,03	0,05	2,82	1,05	0,77	0,16	0,05
Dichloromethane	166	32,50	0,13	0,13	0,01	0,05	0,46	0,43	0,40	0,25	0,05
3-Methylhexane	166	31,30	0,26	0,53	0,04	0,05	3,46	2,16	1,41	0,18	0,05
m-Xylene	166	31,30	0,38	1,27	0,10	0,05	13,35	3,80	1,52	0,21	0,05
Butane, 2-methyl-	166	30,70	0,19	0,30	0,02	0,05	2,44	0,93	0,78	0,26	0,05
Styrene	166	30,10	0,16	0,27	0,02	0,05	2,34	0,81	0,66	0,16	0,05
1,3,5-Trimethylbenzene	166	25,90	0,13	0,19	0,02	0,05	1,41	0,69	0,50	0,11	0,05
Limonene	166	22,90	0,13	0,25	0,02	0,05	2,62	0,64	0,51	0,05	0,05
p-Isopropyltoluene (p-cymene)	166	21,70	0,19	0,38	0,03	0,05	3,08	1,23	1,12	0,05	0,05
2-Methylhexane	166	21,10	0,15	0,46	0,04	0,05	4,97	1,02	0,49	0,05	0,05
Camphene	166	20,50	0,08	0,07	0,01	0,05	0,39	0,29	0,24	0,05	0,05
Acetic acid	166	18,70	0,13	0,25	0,02	0,05	1,88	0,79	0,51	0,05	0,05
Methylcyclohexane	166	18,10	0,09	0,11	0,01	0,05	0,90	0,47	0,26	0,05	0,05
n-Butyl acetate	166	18,10	0,20	0,44	0,03	0,05	2,62	2,22	0,95	0,05	0,05
n-Octane	166	15,10	0,07	0,05	0,00	0,05	0,36	0,23	0,17	0,05	0,05
2-Butanone (MEK)	166	14,50	0,35	0,82	0,06	0,05	4,57	3,13	2,27	0,05	0,05
n-Nonane	166	14,50	0,08	0,08	0,01	0,05	0,67	0,28	0,23	0,05	0,05
Dichlorodifluoromethane	166	13,30	0,13	0,24	0,02	0,05	1,06	0,95	0,82	0,05	0,05
4-Methyl-2-pentanone (MIBK)	166	12,00	0,11	0,19	0,02	0,05	1,41	0,77	0,50	0,05	0,05
n-Undecane	166	11,40	0,10	0,15	0,01	0,05	0,82	0,67	0,54	0,05	0,05

EIBAR - INCENDIO ACTIVO

COMPUESTO (µg/m ³)	Nº muestras	% de n por encima del LC	Media	Desviación estándar (SD)	Error estándar de la media	Mediana	Máximo	Percentil 98	Percentil 95	Percentil 75	Percentil 25
Isopropylbenzene (cumene)	166	10,80	0,06	0,03	0,00	0,05	0,21	0,19	0,13	0,05	0,05
m-Ethyltoluene	166	10,20	0,09	0,14	0,01	0,05	1,12	0,46	0,37	0,05	0,05
2,2,4-Trimethylpentane	166	7,80	0,10	0,19	0,02	0,05	1,35	0,83	0,55	0,05	0,05
o-Ethyltoluene	166	7,80	0,07	0,11	0,01	0,05	1,03	0,36	0,22	0,05	0,05
2-Methylpentane	166	7,20	0,14	0,36	0,03	0,05	2,88	1,46	1,02	0,05	0,05
Chloroform	166	6,00	0,06	0,03	0,00	0,05	0,29	0,20	0,12	0,05	0,05
n-Dodecane	166	6,00	0,08	0,13	0,01	0,05	0,69	0,61	0,46	0,05	0,05
Pentane	166	6,00	0,18	0,73	0,06	0,05	6,24	1,21	0,42	0,05	0,05
Naphthalene	166	5,40	0,07	0,07	0,01	0,05	0,56	0,33	0,17	0,05	0,05
Methylcyclopentane	166	4,80	0,09	0,21	0,02	0,05	2,43	0,52	0,05	0,05	0,05
Cyclohexane	166	4,20	0,07	0,08	0,01	0,05	0,64	0,37	0,05	0,05	0,05
3-Methylpentane	166	3,60	0,10	0,37	0,03	0,05	4,27	0,83	0,05	0,05	0,05
Ethyl acetate	166	3,60	0,20	1,32	0,10	0,05	16,43	0,73	0,05	0,05	0,05
3-Methylheptane	166	3,60	0,05	0,02	0,00	0,05	0,27	0,11	0,05	0,05	0,05
2-Propanol	166	3,00	0,12	0,42	0,03	0,05	3,11	1,92	0,05	0,05	0,05
1,2,3-Trimethylbenzene	166	3,00	0,07	0,15	0,01	0,05	1,97	0,17	0,05	0,05	0,05
alpha-Pinene	166	2,40	0,05	0,02	0,00	0,05	0,22	0,12	0,05	0,05	0,05
Acetaldehyde	166	1,80	0,06	0,12	0,01	0,05	1,33	0,05	0,05	0,05	0,05
1-Butanol	166	1,80	0,06	0,04	0,00	0,05	0,45	0,05	0,05	0,05	0,05
1,2,4-Trimethylbenzene	166	1,80	0,06	0,07	0,01	0,05	0,76	0,05	0,05	0,05	0,05
n-Hexane	166	1,20	0,06	0,07	0,01	0,05	0,76	0,05	0,05	0,05	0,05
Tetrahydrofuran (THF)	166	1,20	0,07	0,18	0,01	0,05	2,31	0,05	0,05	0,05	0,05
Chlorobenzene	166	1,20	0,05	0,01	0,00	0,05	0,14	0,05	0,05	0,05	0,05
3-Methyloctane	166	1,20	0,05	0,02	0,00	0,05	0,27	0,05	0,05	0,05	0,05
1-Hexanol	166	0,60	0,05	0,00	0,00	0,05	0,10	0,05	0,05	0,05	0,05
Indene	166	0,60	0,05	0,03	0,00	0,05	0,40	0,05	0,05	0,05	0,05

EIBAR - INCENDIO SOFOCADO

COMPUESTO (µg/m³)	Nº muestras	% de n por encima del LC	Media	Desviación estándar (SD)	Error estándar de la media	Mediana	Máximo	Percentil 98	Percentil 95	Percentil 75	Percentil 25
Benzene	659	91,80	0,45	0,37	0,01	0,34	3,21	1,40	1,08	0,57	0,21
Trichlorofluoromethane	659	84,40	0,50	0,22	0,01	0,57	0,83	0,76	0,72	0,65	0,46
Tetrachloromethane	659	81,90	0,18	0,07	0,00	0,20	0,35	0,28	0,26	0,23	0,16
Acetone	659	80,30	3,59	3,13	0,12	3,30	26,41	10,67	7,98	5,27	1,43
Toluene	658	70,30	1,20	2,27	0,09	0,41	19,91	9,32	5,00	1,15	0,05
Tetrachloroethene	659	44,30	0,26	0,48	0,02	0,05	3,47	2,16	1,12	0,24	0,05
Butane, 2-methyl-	659	43,20	0,19	0,26	0,01	0,05	2,47	1,03	0,59	0,25	0,05
Ethylbenzene	659	36,90	0,27	1,23	0,05	0,05	23,69	1,50	0,88	0,17	0,05
3-Methylhexane	659	34,00	0,19	0,33	0,01	0,05	3,14	1,29	0,84	0,20	0,05
p-Xylene	659	28,70	0,16	0,31	0,01	0,05	3,72	0,98	0,68	0,12	0,05
Dichloromethane	659	27,50	0,11	0,12	0,01	0,05	1,23	0,44	0,34	0,14	0,05
o-Xylene	659	24,70	0,11	0,16	0,01	0,05	1,85	0,62	0,45	0,05	0,05
n-Decane	659	21,70	0,16	0,42	0,02	0,05	5,69	1,39	0,64	0,05	0,05
n-Heptane	659	20,30	0,13	0,23	0,01	0,05	2,26	0,94	0,64	0,05	0,05
p-Isopropyltoluene (p-cymene)	659	18,50	0,12	0,19	0,01	0,05	1,16	0,79	0,57	0,05	0,05
2-Methylhexane	659	14,00	0,08	0,09	0,00	0,05	1,03	0,42	0,27	0,05	0,05
1,3,5-Trimethylbenzene	659	12,90	0,08	0,14	0,01	0,05	1,64	0,39	0,24	0,05	0,05
m-Xylene	659	12,00	0,21	1,60	0,06	0,05	30,23	1,36	0,34	0,05	0,05
Dichlorodifluoromethane	659	11,70	0,13	0,24	0,01	0,05	1,32	0,91	0,84	0,05	0,05
Styrene	659	10,80	0,08	0,11	0,00	0,05	1,50	0,45	0,25	0,05	0,05
Camphene	659	10,60	0,06	0,04	0,00	0,05	0,31	0,19	0,15	0,05	0,05
Limonene	659	10,00	0,07	0,06	0,00	0,05	0,43	0,34	0,20	0,05	0,05
n-Butyl acetate	659	9,90	0,12	0,34	0,01	0,05	3,73	0,98	0,38	0,05	0,05
2-Butanone (MEK)	659	8,60	0,21	0,60	0,02	0,05	5,64	2,27	1,48	0,05	0,05
Methylcyclohexane	659	8,60	0,06	0,05	0,00	0,05	0,51	0,26	0,16	0,05	0,05
n-Nonane	659	7,60	0,07	0,12	0,01	0,05	2,33	0,31	0,15	0,05	0,05
m-Ethyltoluene	659	7,40	0,07	0,10	0,00	0,05	1,20	0,28	0,17	0,05	0,05
Pentane	659	7,40	0,12	0,34	0,01	0,05	4,92	0,95	0,48	0,05	0,05
2-Methylpentane	659	7,00	0,13	0,31	0,01	0,05	2,79	1,36	0,75	0,05	0,05
3-Methylpentane	659	6,40	0,10	0,21	0,01	0,05	2,28	0,95	0,50	0,05	0,05

EIBAR - INCENDIO SOFOCADO

COMPUESTO (µg/m³)	Nº muestras	% de n por encima del LC	Media	Desviación estándar (SD)	Error estándar de la media	Mediana	Máximo	Percentil 98	Percentil 95	Percentil 75	Percentil 25
n-Octane	659	6,10	0,06	0,03	0,00	0,05	0,33	0,18	0,10	0,05	0,05
Acetic acid	659	5,60	0,06	0,06	0,00	0,05	0,51	0,30	0,14	0,05	0,05
Ethyl acetate	659	5,30	0,16	1,58	0,06	0,05	40,17	0,90	0,40	0,05	0,05
Chloroform	659	4,90	0,06	0,03	0,00	0,05	0,30	0,18	0,05	0,05	0,05
o-Ethyltoluene	659	4,60	0,06	0,05	0,00	0,05	0,52	0,24	0,05	0,05	0,05
2,2,4-Trimethylpentane	659	4,20	0,08	0,19	0,01	0,05	3,39	0,58	0,05	0,05	0,05
Isopropylbenzene (cumene)	659	3,90	0,05	0,02	0,00	0,05	0,21	0,11	0,05	0,05	0,05
n-Undecane	659	3,80	0,07	0,09	0,00	0,05	1,01	0,41	0,05	0,05	0,05
1,2,3-Trimethylbenzene	659	3,30	0,06	0,04	0,00	0,05	0,50	0,15	0,05	0,05	0,05
4-Methyl-2-pentanone (MIBK)	659	3,20	0,07	0,13	0,01	0,05	2,04	0,30	0,05	0,05	0,05
Naphthalene	659	3,00	0,06	0,06	0,00	0,05	0,88	0,23	0,05	0,05	0,05
Methylcyclopentane	659	2,10	0,06	0,09	0,00	0,05	1,56	0,11	0,05	0,05	0,05
Cyclohexane	659	2,10	0,06	0,09	0,00	0,05	1,80	0,09	0,05	0,05	0,05
n-Dodecane	659	1,80	0,06	0,08	0,00	0,05	0,76	0,05	0,05	0,05	0,05
2-Propanol	659	1,70	0,09	0,44	0,02	0,05	9,10	0,05	0,05	0,05	0,05
1-Butanol	659	1,70	0,05	0,03	0,00	0,05	0,44	0,05	0,05	0,05	0,05
Acetaldehyde	659	1,20	0,06	0,08	0,00	0,05	1,68	0,05	0,05	0,05	0,05
n-Hexane	659	1,20	0,05	0,05	0,00	0,05	0,85	0,05	0,05	0,05	0,05
2-Methylnonane	659	1,10	0,05	0,02	0,00	0,05	0,40	0,05	0,05	0,05	0,05
1,2,4-Trimethylbenzene	659	0,80	0,05	0,04	0,00	0,05	1,16	0,05	0,05	0,05	0,05
3-Methylheptane	659	0,50	0,05	0,01	0,00	0,05	0,17	0,05	0,05	0,05	0,05
Chloromethane	659	0,20	0,05	0,02	0,00	0,05	0,54	0,05	0,05	0,05	0,05
Tetrahydrofuran (THF)	659	0,20	0,05	0,02	0,00	0,05	0,67	0,05	0,05	0,05	0,05
N,N-Dimethylformamide	659	0,20	0,05	0,02	0,00	0,05	0,56	0,05	0,05	0,05	0,05
3-Methyloctane	659	0,20	0,05	0,01	0,00	0,05	0,31	0,05	0,05	0,05	0,05
tylbenzene	659	0,20	0,05	0,00	0,00	0,05	0,10	0,05	0,05	0,05	0,05
sec-Butylbenzene	659	0,20	0,05	0,00	0,00	0,05	0,15	0,05	0,05	0,05	0,05

ANEXO 4.- COMPUESTOS ORGANICOS VOLATILES. COMPARACIÓN CON REFERENCIAS³³

4A.- ERMUA (UM 7)

ERMUA ¹	INCENDIO ACTIVO n=221 ²					INCENDIO SOFOCADO n=593 ³		
COMPUESTO (µg/m ³)	> LC (%)	Máximo (µg/m ³)	Promedio (µg/m ³)	CR (µg/m ³)	Fuente	> LC (%)	Máximo (µg/m ³)	Promedio (µg/m ³)
1,1,1-Trichlorethane	0,45	0,36	0,05	5000	EPA-IRIS	0,34	0,25	0,05
1,2,4-Trimethylbenzene	2,26	0,46	0,05	60	EPA-IRIS	1,52	0,99	0,05
1,3,5-Trimethylbenzene	40,72	0,80	0,12	60	EPA-IRIS	65,26	0,83	0,17
2,2,4-Trimethylpentane	26,7	7,14	0,41	GR_AL1	EPA-PPRTV	35,75	6,24	0,50
2-Butanone (MEK)	9,05	8,38	0,26	5000	EPA-IRIS	16,02	7,64	0,42
2-Methylpentane	44,34	1,22	0,17	GR_AL1	EPA-PPRTV	50,08	3,09	0,34
2-Propanol	2,71	8,88	0,16	200	EPA-PPRTV	5,23	7,77	0,18
3-Methylhexane	45,25	12,37	0,98	GR_AL1	EPA-PPRTV	64,42	14,97	1,04
3-Methylpentane	35,75	2,26	0,29	GR_AL1	EPA-PPRTV	41,48	5,49	0,60
Acetone	70,14	35,05	4,37	30900	ATSDR	61,05	28,91	4,86
Acetophenone	75,57	3,18	1,33	49	ESL	84,65	6,38	2,84
alpha-Pinene	77,83	3,30	0,36	112	ESL	80,94	12,54	0,77
Benzene	83,71	9,56	0,91	9,6	ATSDR	91,57	2,20	0,40
beta-Pinene	0,45	0,19	0,05	112	ESL	1,85	0,19	0,05
Chlorobenzene	2,71	0,19	0,05	50	EPA-PPRTV	0	-	-
Chloroform	7,24	0,20	0,06	97	ATSDR	28,84	0,61	0,08
Cyclohexane	4,52	0,35	0,06	6000	EPA-IRIS	5,06	0,53	0,06
Dichlorodifluoromethane	54,75	2,95	0,99	100	EPA-PPRTV	60,37	2,60	1,41
Dimethyl sulphide	0,9	0,32	0,05	7,6	ESL olor 1h	1,35	0,43	0,05
Ethyl acetate	8,14	3,12	0,12	70	EPA-PPRTV	16,69	4,21	0,17
Ethylbenzene	95,48	4,59	0,56	260	ATSDR	90,05	3,48	0,35
Isopropylbenzene (cumene)	0,9	0,16	0,05	400	EPA-IRIS	0,17	0,11	0,05
Limonene	28,05	0,62	0,10	110	ESL	29,01	0,85	0,10
Methyl methacrylate	1,81	0,32	0,05	GR_AL1	EPA-PPRTV	0	-	-
Methylcyclohexane	0,45	0,12	0,05	GR_AL1	EPA-PPRTV	1,85	0,47	0,05
Methylcyclopentane	19,46	0,84	0,09	GR_AL1	EPA-PPRTV	49,24	1,08	0,14
m-Xylene	90,5	6,73	0,53	100	EPA-IRIS	93,59	5,67	0,53
Naphthalene	8,14	0,22	0,06	3	EPA-IRIS	5,23	0,18	0,05
n-Decane	67,42	3,38	0,25	GR_AL2	EPA-PPRTV	93,09	9,19	0,51
n-Dodecane	5,88	0,26	0,06	GR_AL2	EPA-PPRTV	6,24	0,37	0,06
n-Heptane	61,09	10,07	0,78	400	EPA-PPRTV	61,21	10,81	0,79
n-Hexane	36,2	2,26	0,33	700	EPA-IRIS	48,90	17,06	0,61
n-Nonane	2,71	0,13	0,05	20	EPA-PPRTV	5,73	0,20	0,05
n-Propylbenzene	0,45	0,25	0,05	1000	EPA-PPRTV	0,34	0,40	0,05
n-Undecane	14,48	4,30	0,26	GR_AL2	EPA-PPRTV	14,84	4,84	0,29

³³ Nota. Se marcan en azul los compuestos que se detectan en menos del 10% de las muestras en los dos periodos.

Nº de observaciones (n): Tolueno: n= 217

Nº de observaciones (n): 2-Methylpentane, 3-Methylpentane.- 420 / Toluene.- 589 / Pentane.- 470

ANEXO 4

ERMUA ¹	INCENDIO ACTIVO n=221 ²					INCENDIO SOFOCADO n=593 ³		
COMPUESTO (µg/m ³)	> LC (%)	Máximo (µg/m ³)	Promedio (µg/m ³)	CR (µg/m ³)	Fuente	> LC (%)	Máximo (µg/m ³)	Promedio (µg/m ³)
o-Xylene	42,99	0,86	0,13	100	EPA-IRIS	46,54	3,90	0,18
Pentane	44,8	35,29	3,14	1000	EPA-PPRTV	31,20	14,93	2,38
Phenol	41,18	0,27	0,09	3,3	ESL	64,76	0,31	0,14
p-Isopropyltoluene (p-Cymene)	0,45	0,10	0,05	GR_AR	EPA-PPRTV	0,34	0,16	0,05
p-Xylene	0,45	0,26	0,05	100	EPA-IRIS	1,52	0,81	0,05
Styrene	82,81	4,44	0,51	70	OMS olor 30'	55,65	2,20	0,18
tert-Butanol	0,9	0,52	0,05	62	ESL	2,02	1,80	0,07
Tetrachloroethene	59,28	6,74	0,56	40	EPA-IRIS	81,96	10,03	0,93
Tetrachloromethane	92,31	0,28	0,20	6,1	OMS	96,80	0,42	0,31
Tetrahydrofuran (THF)	0,45	0,47	0,05	2000	EPA-IRIS	0	-	-
Toluene	96,38	34,49	2,68	3800	ATSDR	98,31	21,71	2,90
Trichloroethene	0	-	-	2	EPA-IRIS	2,70	0,27	0,05
Trichlorofluoromethane	83,71	1,64	1,06	700	EPA-HEAST	93,25	3,45	1,59
GR_AL1 ³⁴	66,52	16,37	1,8	600	EPA-PPRTV	85,50	21,56	2,25
GR_AL2 ³⁵	66,52	6,08	0,47	100	EPA-PPRTV	93,09	10,03	0,77
GR_AR ³⁶	0,45	0,10	0,05	100	EPA-PPRTV	0,34	0,16	0,05
Trimethylbenzenes	42,41	0,80	0,13	60	EPA-IRIS	65,94	0,99	0,18
Xylenos	92,41	6,73	0,63	100	EPA-IRIS	97,13	9,52	0,69
TCOVs	100	157,24	21,01	200	Molhave L. 2001	100	111,60	24,41

³⁴ GR_AL1.- Hidrocarburos alifáticos de cadena corta (C5-C8). Suma de: 2-Methylpentane, 3-Methylpentane, Methylcyclopentane, 3-Methylhexane, 2,2,4-Trimethylpentane, Methylcyclohexane,

³⁵ GR_AL2.- Hidrocarburos alifáticos de cadena media (C9-C18). Suma de: n-Decane, n-Undecane y n-Dodecane.

³⁶ GR_AR.- Hidrocarburos aromáticos de cadena media (C9-C16). p-Isopropyltoluene (p-Cymene)

4B.- EIBAR (UM 8)

EIBAR	INCENDIO ACTIVO n: 166					INCENDIO SOFOCADO n: 659		
COMPUESTO (µg/m³)	> LC (%)	Máximo (µg/m³)	Promedio (µg/m³)	CR (µg/m3)	Fuente	> LC (%)	Máximo (µg/m³)	Promedio (µg/m³)
1,2,3-Trimethylbenzene	3,01	1,97	0,06	60	EPA-IRIS	3,34	0,50	0,06
1,2,4-Trimethylbenzene	1,81	0,76	0,06	60	EPA-IRIS	0,76	1,16	0,05
1,3,5-Trimethylbenzene	25,90	1,41	0,13	60	EPA-IRIS	12,90	1,64	0,08
1-Butanol	1,81	0,45	0,05	61	ESL	1,67	0,44	0,05
1-Hexanol	0,60	0,10	0,05	170	ESL	0	-	-
2,2,4-Trimethylpentane	7,83	1,35	0,10	GR_AL1	EPA-PPRTV	4,25	3,39	0,08
2-Butanone (MEK)	14,46	4,57	0,35	5000	EPA-IRIS	8,65	5,64	0,21
2-Methylhexane	21,08	4,97	0,15	GR_AL1	EPA-PPRTV	13,96	1,03	0,08
2-Methylnonane	0	-	-	330	ESL	1,06	0,40	0,05
2-Methylpentane	7,23	2,88	0,14	GR_AL1	EPA-PPRTV	6,98	2,79	0,13
2-Propanol	3,01	3,11	0,12	200	EPA-PPRTV	1,67	9,10	0,09
3-Methylheptane	3,61	0,27	0,05	GR_AL1	EPA-PPRTV	0,46	0,17	0,05
3-Methylhexane	31,33	3,46	0,26	GR_AL1	EPA-PPRTV	33,99	3,14	0,19
3-Methyloctane	1,20	0,27	0,05	GR_AL2	EPA-PPRTV	0,15	0,31	0,05
3-Methylpentane	3,61	4,27	0,10	GR_AL1	EPA-PPRTV	6,37	2,28	0,10
4-Methyl-2-pentanone (MIBK)	12,05	1,41	0,11	3000	EPA-IRIS	3,19	2,04	0,07
Acetaldehyde	1,81	1,33	0,06	9	EPA-IRIS	1,21	1,68	0,06
Acetic acid	18,67	1,88	0,13	25	ESL	5,61	0,51	0,06
Acetone	74,70	21,23	4,17	30900	ATSDR	80,27	26,41	3,59
alpha-Pinene	2,41	0,22	0,05	112	ESL	0	-	-
Benzene	95,18	14,24	1,07	9,6	ATSDR	91,81	3,21	0,45
Butane, 2-methyl-	30,72	2,44	0,19	GR_AL1	EPA-PPRTV	43,25	2,47	0,19
Camphene	20,48	0,39	0,08	100	ESL	10,62	0,31	0,06
Chlorobenzene	1,20	0,14	0,05	50	EPA-PPRTV	0	-	-
Chloroform	6,02	0,29	0,06	97	ATSDR	4,86	0,30	0,06
Chloromethane	0	-	-	90	EPA-IRIS	0,15	0,54	0,05
Cyclohexane	4,22	0,64	0,07	6000	EPA-IRIS	2,12	1,80	0,06
Dichlorodifluoromethane	13,25	1,06	0,13	100	EPA-PPRTV	11,68	1,32	0,13
Dichloromethane	32,53	0,46	0,13	600	EPA-IRIS	27,47	1,23	0,11
Ethyl acetate	3,61	16,43	0,20	70	EPA-PPRTV	5,31	40,17	0,16
Ethylbenzene	68,07	10,99	0,65	260	ATSDR	36,87	23,69	0,27
Indene	0,60	0,40	0,05	GR_AR	EPA-PPRTV	0	-	-
Isopropylbenzene (cumene)	10,84	0,21	0,06	400	EPA-IRIS	3,95	0,21	0,05
Limonene	22,89	2,62	0,13	110	ESL	10,02	0,43	0,07
Methylcyclohexane	18,07	0,90	0,09	GR_AL1	EPA-PPRTV	8,65	0,51	0,06
Methylcyclopentane	4,82	2,43	0,08	GR_AL1	EPA-PPRTV	2,12	1,56	0,06
m-Ethyltoluene	10,24	1,12	0,09	GR_AR	EPA-PPRTV	7,44	1,20	0,07
m-Xylene	31,33	13,35	0,38	100	EPA-IRIS	11,99	30,23	0,21
N,N-Dimethylformamide	0	-	-	30	EPA-IRIS	0,15	0,56	0,05
Naphthalene	5,42	0,56	0,07	3	EPA-IRIS	3,03	0,88	0,06

ANEXO 4

EIBAR	INCENDIO ACTIVO n: 166					INCENDIO SOFOCADO n: 659		
COMPUESTO (µg/m³)	> LC (%)	Máximo (µg/m³)	Promedio (µg/m³)	CR (µg/m3)	Fuente	> LC (%)	Máximo (µg/m³)	Promedio (µg/m³)
n-Butyl acetate	18,07	2,62	0,19	1400	ESL	9,86	3,73	0,12
n-Decane	39,16	2,82	0,19	GR_AL2	EPA-PPRTV	21,70	5,69	0,16
n-Dodecane	6,02	0,69	0,08	GR_AL2	EPA-PPRTV	1,82	0,76	0,06
n-Heptane	46,99	9,83	0,35	400	EPA-PPRTV	20,33	2,26	0,13
n-Hexane	1,20	0,76	0,06	700	EPA-IRIS	1,21	0,85	0,05
n-Nonane	14,46	0,67	0,08	20	EPA-PPRTV	7,59	2,33	0,07
n-Octane	15,06	0,36	0,07	GR_AL1	EPA-PPRTV	6,07	0,33	0,06
n-Undecane	11,45	0,82	0,10	GR_AL2	EPA-PPRTV	3,79	1,01	0,07
o-Ethyltoluene	7,83	1,03	0,07	GR_AR	EPA-PPRTV	4,55	0,52	0,06
o-Xylene	45,18	2,76	0,25	100	EPA-IRIS	24,73	1,85	0,11
Pentane	6,02	6,24	0,18	1000	EPA-PPRTV	7,44	4,92	0,12
p-Isopropyltoluene (p-cymene)	21,69	3,08	0,19	GR_AR	EPA-PPRTV	18,51	1,16	0,12
p-Xylene	40,96	4,19	0,28	100	EPA-IRIS	28,68	3,72	0,16
sec-Butylbenzene	0	-	-	GR_AR	EPA-PPRTV	0,15	0,15	0,05
Styrene	30,12	2,34	0,16	70	OMS olor 30´	10,77	1,50	0,08
tert-Butylbenzene	0	-	-	GR_AR	EPA-PPRTV	0,15	0,10	0,05
Tetrachloroethene	52,41	2,59	0,35	40	EPA-IRIS	44,31	3,47	0,26
Tetrachloromethane	77,71	0,39	0,23	6,1	OMS	81,94	0,35	0,18
Tetrahydrofuran (THF)	1,20	2,31	0,07	2000	EPA-IRIS	0,15	0,67	0,05
Toluene	79,52	16,02	2,40	3800	ATSDR	70,26	19,91	1,20
Trichlorofluoromethane	83,73	0,95	0,60	700	EPA-HEAST	84,37	0,83	0,50
GR_AL1 ³⁷	59,64	13,16	1,06	600	EPA-PPRTV	55,24	13,91	0,79
GR_AL2 ³⁸	40,96	8,76	1,48	100	EPA-PPRTV	26,25	9,08	0,89
GR_AR ³⁹	23,49	3,08	0,35	60	EPA-IRIS	20,33	2,5	0,23
Trimethylmenzenes	27,11	3,19	0,18	100	EPA-PPRTV	13,96	2,69	0,1
Xylenos	68,07	13,35	0,88	100	EPA-IRIS	45,52	30,23	0,41
TCOVs	100	77,42	21,5	200	Molhave L. 2001	99,7	100,06	16,57

³⁷ GR_AL1.- Hidrocarburos alifáticos de cadena corta (C5-C8). Suma de: 2-Methylpentane, 3-Methylpentane, Methylcyclopentane, 2-Methylhexane, 3-Methylhexane, 2,2,4-Trimethylpentane, Methylcyclohexane, 3-Methylheptane, n-Octane, y Butane, 2-methyl-

³⁸ GR_AL2.- Hidrocarburos alifáticos de cadena media (C9-C18). Suma de: 3-Methyloctane, n-Decane, n-Undecane y n-Dodecane.

³⁹ GR_AR.- Hidrocarburos aromáticos de cadena media (C9-C16). Suma de: m-Ethyltoluene, o-Ethyltoluene, tert-Butylbenzene, sec-Butylbenzene, p-Isopropyltoluene (p-Cymene e Indene).

4C.- MUESTREOS MANUALES - Máximos detectado por ubicación y comparación con referencias

COMPUESTO (µg/m³)	Ubicación- Máximo Horario µg/m3														
	Eibar Amaña	EIBAR Hospital	Eibar Santainés	Eibar Unzaga	Eibar Urkizu	Elgeta Agroturismo	Elgeta Pueblo	Ermua	Mallabia Elmoste, 8 (Inc)	Mallabia Elmoste, 8 (Sin Inc)	Zaldibar Eitzaga (Inc)	Zaldibar Eitzaga (Sin Inc)	Zaldibar Herria	CR	Fuente
1,2,3-Trimethylbenzene	0,29		1,96								0,29	0,84		60	EPA-IRIS
1,2,4-Trimethylbenzene	0,91		4,52	0,16				0,33	0,29	0,4		0,84		60	EPA-IRIS
1,3,5-Trimethylbenzene	0,19		1,15		0,25			0,33			0,12	0,51	0,21	60	EPA-IRIS
2,2,4-Trimethylpentane	1,94		2,72	4,21	1,33						2,08	0,72		GR_AL1	EPA-PPRTV
2-Butanone (MEK)	1,98													5000	EPA-IRIS
2-Ethyl-1-hexanol	0,35	0,25	0,23							0,17		0,16		160	ESL
2-methyl-Butane	0,83	1,19	2,08	1,88	0,58	0,11	0,11	0,23	0,18		0,24	0,55	0,19	GR_AL1	EPA-PPRTV
2-Methylhexane			0,41	0,39							0,13	0,16		GR_AL1	EPA-PPRTV
2-Methylnonane			0,37											330	ESL
2-Methylpentane	0,97	2,44	8,14	1,03	0,38					0,4	0,95	3,41		GR_AL1	EPA-PPRTV
2-Propanol			3,22											200	EPA-PPRTV
3-Methylhexane	2,29		1,5	1,38	1,17				0,34	1,09	0,98	1,02		GR_AL1	EPA-PPRTV
3-Methyloctane			0,23									0,12		GR_AL2	EPA-PPRTV
3-Methylpentane	0,62	1,03	1,55	2,15						0,86	0,89	3,06		GR_AL1	EPA-PPRTV
4-Methyl-2-pentanone (MIBK)	1,01		3,98									2,52		3000	EPA -IRIS
Acetic acid	1,75		2,01	0,7		0,5	0,17	0,7		1,28	0,8	1,32	0,35	25	ESL
Acetone			6,03	15,19	4,11	3,5	3,71				4,26			30900	ATSDR
Acetophenone	9,39	4,03	11,35	9,74	4,73	6,7	4,68	3,7	7	9,97	21,25	18,21		49	ESL
alpha-Methylstyrene	0,1		0,13											GR_AR	EPA-PPRTV
alpha-Pinene	0,72	0,16	1,38	0,21	0,33			0,23		0,61	1,61	1,88		112	ESL
Benzene	3,14		1,32	2,79	0,49				0,12	0,63	3,38	0,2		9,6	ATSDR
beta-Pinene	0,45		0,92		0,23		0,13	0,21	0,31	0,54	0,42	1,04	0,25	112	ESL
Carbon disulphide			4,4									1,36		20	OMS olor (30´)

ANEXO 4

COMPUESTO (µg/m³)	Ubicación- Máximo Horario µg/m3														
	Eibar Amaña	EIBAR Hospital	Eibar Santainés	Eibar Unzaga	Eibar Urkizu	Elgeta Agroturismo	Elgeta Pueblo	Ermua	Mallabia Elmoste, 8 (Inc)	Mallabia Elmoste, 8 (Sin Inc)	Zaldibar Eitzaga (Inc)	Zaldibar Eitzaga (Sin Inc)	Zaldibar Herria	CR	Fuente
Chlorobenzene			0,1								0,24			50	EPA-PPRTV
Chloroform			0,15											97	ATSDR
Chloromethane			0,43									1,17		90	EPA-IRIS
Cyclohexane					0,17									6000	EPA-IRIS
Dichlorodifluoromethane	3,3		2,77	3,68	1,83	0,35		0,5	0,36	4,3	4,31	2,77	1,68	100	EPA-PPRTV
Ethyl acetate	0,34		1,14	1,05								0,74		70	EPA-PPRTV
Ethylbenzene	1,5	0,29	4,67	1,69	0,36			0,27	0,34	0,85	3,7	1,29	0,28	260	ATSDR
Ethynylbenzene						0,27					1,02	0,62		no hay	
Indene			0,36											GR_AR	EPA-PPRTV
Limonene	0,48		0,89	0,13	1,57			0,12			0,1	0,74		110	ESL
Methyl methacrylate	0,13			0,2										700	EPA -IRIS
Methylcyclohexane	0,21		0,61	0,24						0,24	0,22	0,38		GR_AL1	EPA-PPRTV
Methylcyclopentane		0,2	0,29	0,78	0,19						0,2	0,13		GR_AL1	EPA-PPRTV
m-Ethyltoluene	0,55	0,24	3,65	0,51	0,23			0,26	0,19		0,23	0,71	0,18	GR_AR	EPA-PPRTV
m-Xylene	1,53	0,44	7,87	1,58	0,58			0,45	0,43	0,83	1,17	1,37	0,46	100	EPA-IRIS
Naphthalene	0,23		0,32	0,11						0,16	0,34	0,2		3	EPA-IRIS
n-Butyl acetate	8,98		46,91	1,43	0,52			0,54	4,64	1,1	0,78	11,48	0,69	1400	ESL
n-Decanal								0,11		0,25	0,32	0,2		180	ESL
n-Decane	2,92	0,28	15,07	0,39	0,16			0,33	0,4	0,8	1,22	2,82		GR_AL2	EPA-PPRTV
n-Dodecane			0,4								0,21	0,2		GR_AL2	EPA-PPRTV
n-Heptane	1,9		3,36	2,01	0,83				0,37	0,58	2,06	1,3		400	EPA-PPRTV
n-Hexanal	1,04		1,24	0,54	0,22					2,27	3,09	2,28	1,13	330	AMCV olor
n-Hexane	0,98	1,13	3,29	1,88	0,67						1,26	1,54	0,3	700	EPA-IRIS
n-Nonanal	0,11	0,18	0,34		0,11			0,21		0,36	0,28	0,33		150	ESL
n-Nonane	0,25	0,15	1,12	0,17	0,11			0,25	0,14	0,23	0,38	0,34		20	EPA-PPRTV
n-Octanal			0,16		0,1			0,12		0,28	0,21	0,21		150	ESL

ANEXO 4

COMPUESTO (µg/m³)	Ubicación- Máximo Horario µg/m³														Fuente
	Eibar Amaña	EIBAR Hospital	Eibar Santainés	Eibar Unzaga	Eibar Urkizu	Elgeta Agroturismo	Elgeta Pueblo	Ermua	Mallabia Elmoste, 8 (Inc)	Mallabia Elmoste, 8 (Sin Inc)	Zaldibar Eitzaga (Inc)	Zaldibar Eitzaga (Sin Inc)	Zaldibar Herria	CR	
n-Octane	0,63		1,23	0,72				0,29			1,03	0,78	0,26	GR_AL1	EPA-PPRTV
n-Propylbenzene			0,63	0,13								0,2		1000	EPA_PPRTV
n-Undecane			6,91								2,59	3,98		GR_AL2	EPA-PPRTV
o-Ethyltoluene			0,1									0,43		GR_AR	EPA-PPRTV
o-Methystyrene			0,63											40	EPA HEAST
o-Xylene			9,69	0,33					0,32		0,22	0,99		100	EPA-IRIS
Pentane	7,65	1,99	5,75	12,62	4,11			3,05	0,29		4,79	6,55	1,06	1000	EPA-PPRTV
Phenol	0,32		0,28	0,36	0,15		0,16				0,34			3,3	ESL
p-Xylene											0,25			100	EPA-IRIS
Styrene	2,47		2,29	0,79						0,66	3,16	0,83		70	OMS olor 30'
tert-Butanol			0,7								3,23			62	ESL
Tetrachloroethene	0,93		2,5	0,14	0,17	0,11	0,29		0,52	0,95	2,73	4,19	0,16	40	EPA-IRIS
Tetrachloromethane	0,38		0,38	0,28	0,22	0,26	0,22		0,23	0,28	0,31	0,31	0,17	6	OMS
Toluene	7,96	3,22	44,72	7,62	2,06	0,25	0,37	1,47	2,81	2,81	5,31	5,01	1,86	3800	ATSDR
Trichlorofluoromethane	0,55		0,89	1,43	1,53		0,51			1,21	1,47	1,01	0,64	700	EPA-HEAST
GR_AL1*	7,49	4,86	13,44	12,78	3,65	0,11	0,11	0,52	0,52	2,59	4,69	6,47	0,44	600	EPA-PPRTV
GR_AL2**	2,92	0,28	15,39	0,39	0,16			0,33	0,4	0,8	4,01	6,85		100	EPA-PPRTV
GR_AR***	0,55	0,24	3,65	0,51	0,23			0,26	0,19		0,23	0,71	0,18	100	EPA-PPRTV
Trimethylmenzenes	1,2		6,73	0,16	0,25			0,66	0,29	0,4	0,29	1,67	0,21	60	EPA-IRIS
Xylenos	1,53	0,44	14,66	1,58	0,58			0,45	0,76	0,83	1,17	2,24	0,46	100	EPA-IRIS
TCOVs	59,01	17,22	141,9	79,15	29,5	12,05	8,81	13,69	19,27	34,11	46,49	41,23	9,87	200	Molhave L. 2001

ANEXO 5.- ESTADÍSTICOS DE PM10, HIIDROCARBUROS AROMÁTICOS POLÍCLICOS Y METALES⁴⁰

ANEXO 5A.- PM10

ERMUA. PM10 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)

	nº de muestras (n)	Mínimo	Máximo	Media	Desviación estándar (SD)	Error estándar de la media	Mediana	Percentil 98	Percentil 95	Percentil 75	Percentil 25
Incendio activo (del 8 al 18 de febrero)	29	2	38	21,0	9,8	1,8	20,0	37,4	36,6	27,0	14,0
Incendio sofocado (del 19 de febrero al 14 de marzo)	35	5	76	21,6	14,5	2,5	18,0	71,2	48,0	24,0	14,0

EIBAR. PM10 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)

	nº de muestras (n)	Mínimo	Máximo	Media	Desviación estándar (SD)	Error estándar de la media	Mediana	Percentil 98	Percentil 95	Percentil 75	Percentil 25
Incendio activo (del 12 al 18 de febrero)	18	4	60	19,9	14,7	3,5	18,5	55,2	48,1	24,5	9,0
Incendio sofocado (del 19 de febrero al 14 de marzo)	35	9	73	23,5	13,6	2,3	20,0	68,2	52,0	26,0	15,5

⁴⁰ El resumen estadístico se ha realizado con todos los datos disponibles en cada periodo de interés independientemente de que se trate de muestras octohorarias o de 24 horas. Los datos obtenidos cuando el incendio estaba activo proceden todos de muestreos de 8 horas. En el periodo de estudio posterior, con el incendio sofocado, se han realizado muestreos de 8 y 24h.

Los valores inferiores al **límite de cuantificación (LC)** se han sustituido por un valor equivalente al LC/2.

ANEXO 5

ANEXO 5B.- METALES asociados a las PM10

ERMUA. INCENDIO ACTIVO. Periodo de muestreo: del 11 al 16 de febrero de 2020. Nº de muestras (n)= 10

METAL	n por encima del LC	% de n por encima del LC	Media	Desviación estándar (SD)	Error estándar de la media	Mediana	Máximo	Percentil 98	Percentil 95	Percentil 75	Percentil 25
Cromo PM10 ng/m ³	10	100	13,82	8,74	2,77	9,89	35,81	33,07	28,96	14,69	9,35
Hierro PM10 µg/m ³	10	100	0,59	0,38	0,12	0,47	1,31	1,27	1,21	0,80	0,34
Cobalto PM10 ng/m ³	10	100	0,45	0,63	0,20	0,17	2,03	1,86	1,60	0,38	0,11
Cinc PM10 µg/m ³	10	100	0,09	0,05	0,01	0,08	0,15	0,15	0,15	0,14	0,05
Bario PM10 ng/m ³	10	100	32,87	15,31	4,84	26,10	58,17	57,01	55,28	44,93	23,75
Cerio PM10 ng/m ³	10	100	0,20	0,11	0,04	0,17	0,40	0,39	0,38	0,25	0,13
Cobre PM10 ng/m ³	9	90	18,36	12,91	4,08	19,79	45,62	42,42	37,61	23,28	9,38
Manganeso PM10 ng/m ³	7	70	16,52	14,29	4,52	13,37	45,14	44,13	42,63	14,44	6,25
Vanadio PM10 ng/m ³	6	60	0,44	0,24	0,08	0,43	0,78	0,78	0,77	0,65	0,20
Níquel PM10 ng/m ³	5	50	6,64	7,64	2,42	3,53	26,20	23,67	19,87	7,04	2,00
Arsénico PM10 ng/m ³	2	20	0,29	0,18	0,06	0,20	0,66	0,65	0,63	0,20	0,20
Selenio PM10 ng/m ³	2	20	0,33	0,29	0,09	0,20	1,03	0,96	0,86	0,20	0,20
Paladio PM10 ng/m ³	2	20	0,05	0,08	0,03	0,02	0,26	0,24	0,20	0,02	0,02
Cadmio PM10 ng/m ³	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Mercurio PM10 ng/m ³	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Plomo PM10 µg/m ³	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

ERMUA. INCENDIO ACTIVO. Periodo de muestreo: del 19 de febrero al 13 de marzo de 2020. Nº de muestras (n)= 19

METAL	n por encima del LC	% de n por encima del LC	Media	Desviación estándar (SD)	Error estándar de la media	Mediana	Máximo	Percentil 98	Percentil 95	Percentil 75	Percentil 25
Cobalto PM10 ng/m ³	19	100,00	0,20	0,21	0,05	0,14	0,97	0,75	0,42	0,21	0,12
Cerio PM10 ng/m ³	19	100,00	0,41	0,80	0,18	0,27	3,70	2,49	0,68	0,32	0,17
Hierro PM10 µg/m ³	18	94,74	0,66	0,61	0,14	0,62	2,85	2,26	1,38	0,72	0,43
Bario PM10 ng/m ³	17	89,47	15,49	11,18	2,56	13,56	48,97	41,44	30,13	21,42	7,50
Cobre PM10 ng/m ³	15	78,95	18,38	12,61	2,89	16,59	40,42	39,86	39,01	26,54	8,55
Vanadio PM10 ng/m ³	14	73,68	0,88	1,33	0,30	0,63	6,23	4,37	1,57	0,82	0,32
Cromo PM10 ng/m ³	14	73,68	7,55	4,25	0,97	8,70	14,06	13,57	12,83	10,67	3,22
Manganeso PM10 ng/m ³	14	73,68	17,65	13,04	2,99	15,51	56,17	47,74	35,09	24,56	7,19
Cinc PM10 µg/m ³	13	68,42	0,07	0,04	0,01	0,08	0,15	0,14	0,13	0,09	0,02
Níquel PM10 ng/m ³	9	47,37	3,74	2,07	0,47	2,00	7,50	7,40	7,26	5,15	2,00
Arsénico PM10 ng/m ³	8	42,11	0,41	0,28	0,07	0,20	1,04	0,99	0,93	0,54	0,20
Selenio PM10 ng/m ³	6	31,58	0,60	1,04	0,24	0,20	4,73	3,41	1,42	0,58	0,20
Paladio PM10 ng/m ³	1	5,26	0,02	0,01	0,00	0,02	0,04	0,04	0,02	0,02	0,02
Cadmio PM10 ng/m ³	1	5,26	0,22	0,08	0,02	0,20	0,57	0,44	0,24	0,20	0,20
Mercurio PM10 ng/m ³	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Plomo PM10 µg/m ³	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

ANEXO 5B.- METALES asociados a las PM10

EIBAR. INCENDIO ACTIVO. Periodo de muestreo: del 11 al 16 de febrero de 2020. Nº de muestras (n)= 6

METAL	n por encima del LC	% de n por encima del LC	Media	Desviación estándar (SD)	Error estándar de la media	Mediana	Máximo	Percentil 98	Percentil 95	Percentil 75	Percentil 25
Cromo PM10 ng/m ³	6	100,00	10,47	4,62	1,88	9,83	18,35	17,78	16,92	12,03	6,95
Hierro PM10 µg/m ³	6	100,00	0,34	0,23	0,09	0,31	0,70	0,67	0,63	0,44	0,16
Cobalto PM10 ng/m ³	6	100,00	0,27	0,35	0,14	0,12	0,95	0,89	0,79	0,26	0,07
Bario PM10 ng/m ³	4	66,67	16,18	12,86	5,25	17,88	31,08	30,60	29,87	25,86	4,24
Cerio PM10 ng/m ³	4	66,67	0,12	0,12	0,05	0,09	0,32	0,31	0,28	0,17	0,03
Manganeso PM10 ng/m ³	3	50,00	11,12	10,60	4,33	6,96	31,78	29,80	26,84	11,37	4,50
Cobre PM10 ng/m ³	3	50,00	13,95	13,19	5,39	12,42	27,72	27,66	27,57	26,05	2,00
Cinc PM10 µg/m ³	3	50,00	0,05	0,04	0,02	0,03	0,11	0,11	0,11	0,09	0,02
Vanadio PM10 ng/m ³	2	33,33	0,31	0,18	0,07	0,20	0,61	0,59	0,57	0,38	0,20
Níquel PM10 ng/m ³	2	33,33	3,95	3,26	1,33	2,00	9,78	9,39	8,82	4,95	2,00
Arsénico PM10 ng/m ³	2	33,33	0,30	0,16	0,06	0,20	0,53	0,52	0,51	0,41	0,20
Paladio PM10 ng/m ³	1	16,67	0,02	0,01	0,00	0,02	0,05	0,05	0,04	0,02	0,02
Selenio PM10 ng/m ³	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Cadmio PM10 ng/m ³	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Mercurio PM10 ng/m ³	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Plomo PM10 µg/m ³	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

EIBAR. INCENDIO ACTIVO. Periodo de muestreo: del 19 de febrero AL 13 de marzo de 2020. Nº de muestras (n)= 19

METAL	n por encima del LC	% de n por encima del LC	Media	Desviación estándar (SD)	Error estándar de la media	Mediana	Máximo	Percentil 98	Percentil 95	Percentil 75	Percentil 25
Hierro PM10 µg/m ³	19	100,00	0,54	0,57	0,13	0,39	2,66	2,08	1,20	0,60	0,26
Cerio PM10 ng/m ³	19	100,00	0,37	0,79	0,18	0,21	3,60	2,42	0,65	0,24	0,16
Cobalto PM10 ng/m ³	18	94,74	0,19	0,20	0,05	0,16	0,90	0,73	0,46	0,19	0,08
Cobre PM10 ng/m ³	17	89,47	21,11	14,48	3,32	21,95	54,35	48,32	39,27	29,99	9,42
Bario PM10 ng/m ³	16	84,21	15,55	12,21	2,80	12,95	52,29	43,21	29,58	21,91	7,04
Cromo PM10 ng/m ³	15	78,95	9,03	5,64	1,29	8,96	25,17	21,24	15,35	11,90	5,56
Manganeso PM10 ng/m ³	13	68,42	16,90	13,93	3,20	13,32	48,35	46,65	44,10	19,60	4,50
Cinc PM10 µg/m ³	13	68,42	0,07	0,04	0,01	0,08	0,17	0,15	0,12	0,10	0,02
Vanadio PM10 ng/m ³	10	52,63	0,70	1,22	0,28	0,46	5,66	3,89	1,23	0,69	0,20
Níquel PM10 ng/m ³	9	47,37	4,08	2,83	0,65	2,00	11,80	10,74	9,16	4,96	2,00
Selenio PM10 ng/m ³	9	47,37	0,59	0,97	0,22	0,20	4,50	3,16	1,15	0,61	0,20
Arsénico PM10 ng/m ³	8	42,11	0,36	0,24	0,06	0,20	1,05	0,96	0,82	0,47	0,20
Cadmio PM10 ng/m ³	1	5,26	0,21	0,06	0,01	0,20	0,47	0,37	0,23	0,20	0,20
Paladio PM10 ng/m ³	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Mercurio PM10 ng/m ³	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Plomo PM10 µg/m ³	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

ANEXO 5

ANEXO 5C.- HIDROCARBUROS AROMÁTICOS POLICÍCLICOS (HAP) asociados a las PM10

ERMUA. INCENDIO ACTIVO

Periodo de muestreo: del 8 al 18 de febrero de 2020. Nº de muestras (n)= 19

HIDROCARBUROS AROMÁTICOS POLICÍCLICOS (ng/m ³)	n por encima del LC	% de n por encima del LC	Media	Desviación estándar (SD)	Error estándar de la media	Mediana	Máximo	Percentil 98	Percentil 95	Percentil 75	Percentil 25
Benzo(g,h,i,)perileno	17	89,47	0,32	0,22	0,05	0,27	1,04	0,86	0,59	0,39	0,17
Criseno	13	68,42	0,42	0,48	0,11	0,32	1,94	1,64	1,18	0,58	0,05
Benzo(b)fluoranteno	10	52,63	0,26	0,34	0,08	0,18	1,50	1,16	0,66	0,33	0,05
Benzo(a)pireno	10	52,63	0,23	0,35	0,08	0,12	1,56	1,20	0,65	0,24	0,05
Indeno(1,2,3-c,d)pireno	7	36,84	0,18	0,21	0,05	0,05	0,79	0,67	0,50	0,32	0,05
Benzo(a)antraceno	6	31,58	0,12	0,12	0,03	0,05	0,43	0,39	0,33	0,16	0,05
Benzo(k)fluoranteno	5	26,32	0,09	0,11	0,03	0,05	0,53	0,40	0,19	0,08	0,05
Fluoranteno	1	5,26	0,05	0,01	0,00	0,05	0,11	0,09	0,06	0,05	0,05
Pireno	1	5,26	0,07	0,07	0,02	0,05	0,34	0,23	0,08	0,05	0,05
Dibenzo(a,h)antraceno	1	5,26	0,06	0,03	0,01	0,05	0,18	0,13	0,06	0,05	0,05
Naftaleno	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Acenafteno	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Fluoreno	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Fenantreno	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Antraceno	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Acenaftileno	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

ERMUA. INCENDIO SOFOCADO

Periodo de muestreo: del 19 de febrero al 14 de marzo de 2020. Nº de muestras (n)= 16

HIDROCARBUROS AROMÁTICOS POLICÍCLICOS (ng/m ³)	n por encima del LC	% de n por encima del LC	Media	Desviación estándar (SD)	Error estándar de la media	Mediana	Máximo	Percentil 98	Percentil 95	Percentil 75	Percentil 25
Benzo(g,h,i,)perileno	15	93,75	0,20	0,09	0,02	0,21	0,36	0,36	0,36	0,25	0,12
Benzo(a)pireno	9	56,25	0,11	0,07	0,02	0,10	0,24	0,24	0,23	0,15	0,05
Benzo(b)fluoranteno	8	50,00	0,12	0,09	0,02	0,08	0,28	0,28	0,27	0,15	0,05
Indeno(1,2,3-c,d)pireno	8	50,00	0,15	0,11	0,03	0,08	0,34	0,34	0,34	0,23	0,05
Benzo(a)antraceno	5	31,25	0,08	0,06	0,01	0,05	0,22	0,21	0,19	0,12	0,05
Criseno	5	31,25	0,08	0,05	0,01	0,05	0,22	0,20	0,18	0,11	0,05
Pireno	3	18,75	0,07	0,04	0,01	0,05	0,15	0,15	0,15	0,05	0,05
Benzo(k)fluoranteno	3	18,75	0,06	0,03	0,01	0,05	0,13	0,13	0,13	0,05	0,05
Naftaleno	2	12,50	0,07	0,05	0,01	0,05	0,23	0,20	0,16	0,05	0,05
Fenantreno	1	6,25	0,05	0,02	0,00	0,05	0,12	0,10	0,07	0,05	0,05
Fluoranteno	1	6,25	0,05	0,01	0,00	0,05	0,10	0,09	0,06	0,05	0,05
Acenafteno	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Fluoreno	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Antraceno	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Dibenzo(a,h)antraceno	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Acenaftileno	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

ANEXO 5

ANEXO 5C.- HIDROCARBUROS AROMÁTICOS POLICÍCLICOS (HAP) asociados a las PM10.

EIBAR. INCENDIO ACTIVO

Periodo de muestreo: del 12 al 18 de febrero de 2020. Nº de muestras (n)= 12

HIDROCARBUROS AROMÁTICOS POLICÍCLICOS (ng/m³)	n por encima del LC	% de n por encima del LC	Media	Desviación estándar (SD)	Error estándar de la media	Mediana	Máximo	Percentil 98	Percentil 95	Percentil 75	Percentil 25
Benzo(g,h,i,)perileno	9	75,00	0,23	0,18	0,05	0,19	0,66	0,61	0,53	0,29	0,12
Criseno	8	66,67	0,19	0,15	0,04	0,13	0,49	0,47	0,42	0,32	0,05
Benzo(b)fluoranteno	5	41,67	0,14	0,13	0,04	0,05	0,46	0,42	0,37	0,18	0,05
Benzo(a)pireno	4	33,33	0,12	0,11	0,03	0,05	0,38	0,35	0,31	0,17	0,05
Indeno(1,2,3-c,d)pireno	3	25,00	0,12	0,14	0,04	0,05	0,48	0,44	0,37	0,10	0,05
Pireno	1	8,33	0,06	0,03	0,01	0,05	0,16	0,13	0,10	0,05	0,05
Benzo(k)fluoranteno	1	8,33	0,06	0,05	0,01	0,05	0,21	0,18	0,12	0,05	0,05
Naftaleno	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Acenafteno	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Fluoreno	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Fenantreno	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Antraceno	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Fluoranteno	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Benzo(a)antraceno	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Dibenzo(a,h)antraceno	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Acenaftileno	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

EIBAR. INCENDIO SOFOCADO

Periodo de muestreo: del 19 de febrero al 14 de marzo de 2020. Nº de muestras (n)= 16

HIDROCARBUROS AROMÁTICOS POLICÍCLICOS (ng/m³)	n por encima del LC	% de n por encima del LC	Media	Desviación estándar (SD)	Error estándar de la media	Mediana	Máximo	Percentil 98	Percentil 95	Percentil 75	Percentil 25
Benzo(g,h,i,)perileno	14	87,50	0,23	0,19	0,05	0,16	0,82	0,70	0,52	0,24	0,13
Benzo(b)fluoranteno	9	56,25	0,17	0,21	0,05	0,12	0,90	0,73	0,48	0,16	0,05
Criseno	8	50,00	0,14	0,15	0,04	0,08	0,62	0,52	0,38	0,15	0,05
Indeno(1,2,3-c,d)pireno	8	50,00	0,17	0,20	0,05	0,08	0,80	0,68	0,51	0,22	0,05
Benzo(a)pireno	7	43,75	0,15	0,20	0,05	0,05	0,85	0,68	0,43	0,14	0,05
Benzo(a)antraceno	6	37,50	0,12	0,10	0,03	0,05	0,36	0,35	0,34	0,16	0,05
Pireno	5	31,25	0,11	0,10	0,03	0,05	0,43	0,36	0,27	0,15	0,05
Fluoranteno	4	25,00	0,08	0,06	0,02	0,05	0,26	0,23	0,18	0,06	0,05
Benzo(k)fluoranteno	3	18,75	0,09	0,11	0,03	0,05	0,49	0,39	0,23	0,05	0,05
Naftaleno	2	12,50	0,07	0,06	0,01	0,05	0,28	0,23	0,16	0,05	0,05
Fenantreno	2	12,50	0,06	0,02	0,01	0,05	0,12	0,11	0,11	0,05	0,05
Dibenzo(a,h)antraceno	1	6,25	0,05	0,02	0,00	0,05	0,12	0,10	0,07	0,05	0,05
Acenafteno	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Fluoreno	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Antraceno	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Acenaftileno	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

ANEXO 6.- RESULTADOS DE DIOXINAS Y FURANOS (PCDD/F) Y PCBs

ANEXO 6A.- RESULTADOS DE DIOXINAS Y FURANOS (PCDD/F) EXPRESADOS COMO EQUIVALENTES TOXICOS TOTALES (TEQ-WHO y TEQ-I, fg/m³)

LOCALIDAD	ERMUA (Bº San Lorenzo)		EIBAR (Plaza Unzuaga)		ZALDIBAR (Bº Eitzaga)		ERMUA (Ayuntamiento)	
FECHA	PCDD/F TEQ-OMS (fg/m ³ , C.A.)	PCDD/F TEQ-I (fg/m ³ , C.A.)	PCDD/F TEQ-OMS (fg/m ³ , C.A.)	PCDD/F TEQ-I (fg/m ³ , C.A.)	PCDD/F TEQ-OMS (fg/m ³ , C.A.)	PCDD/F TEQ-I (fg/m ³ , C.A.)	PCDD/F TEQ-OMS (fg/m ³ , C.A.)	PCDD/F TEQ-I (fg/m ³ , C.A.)
10/02/2020#	719,11	725,42						
11/02/2020	410,00	360,00						
13/02/2020	830,00	730,00						
14/02/2020	1262,65	1101,96						
15/02/2020	1237,27	1222,30	114,81	117,02	257,26	255,16		
16/02/2020	730,51	734,94	20,23	20,12	114,85	113,88		
17/02/2020	135,98	118,49	204,26	179,83	47,98	42,72		
18/02/2020	220,89	229,40	358,45	374,13	463,03	474,73		
19/02/2020	25,65	26,73	16,44	16,79	18,31	18,46		
20/02/2020	77,31	70,48	37,15	34,12	27,71	25,34		
21/02/2020	48,38	43,28					26,83	24,05
22/02/2020	20,07	20,91					10,61	11,20
23/02/2020	26,39	27,12	14,17*	15,08*	16,94*	17,76*	10,05	10,24
24/02/2020	30,42	27,41					19,31	17,81
25/02/2020	24,56	22,56	20,39**	18,61**	27,08**	25,07**	18,05	16,51
26/02/2020	16,17	14,79					13,52	12,07
27/02/2020	17,07	18,50	10,02**	10,68**	9,44**	9,84**	10,13	10,96
29/02/2020	20,62	22,37	5,68**	5,90**	8,41**	8,84**	29,89	31,72
02/03/2020	14,26	12,89	11,18**	9,91**	12,07**	10,72**	11,69	10,33
04/03/2020	8,72	9,10	4,87**	5,06**	5,15**	5,48**	6,23	6,74
06/03/2020	11,61	10,26	11,38**	10,08**	12,00**	10,66**	11,90	10,54

A las muestras cuya captación se ha realizado en periodos de tiempo pertenecientes a más de un día calendario se les ha asignado la fecha del último día de captación. El muestreo comenzó el día 9 de Febrero a las 14:00. Hasta el día 14 de febrero la toma de muestras se inició a las 14:00. A partir del 15 se inició a las 00:00 .

*Muestreo de 72 h; **Muestreo de 48 h; Resultados sin símbolo corresponden a muestreos de 24 h.

La muestra del día 14 del barrio de San Lorenzo fue de 10 h por necesidades de ajuste en la programación del muestreo.

ANEXO 6B.- RESULTADOS DE PCB EXPRESADOS COMO EQUIVALENTES TOXICOS TOTALES (TEQ-WHO fg/m³)



ANEXO 6

FECHA	ERMUA (Bº San Lorenzo) PCB TEQ-OMS (fg/m³, C.A.)	EIBAR (Plaza Unzuaga) PCB TEQ-OMS (fg/m³, C.A.)	ZALDIBAR (Bº Eitzaga) PCB TEQ-OMS (fg/m³, C.A.)	ERMUA (Ayuntamiento) PCB TEQ-OMS (fg/m³, C.A.)
09/02/2020	84,926			
15/02/2020	176,065	13,135	20,629	
16/02/2020	113,046	5,436	18,353	
18/02/2020	21,429	22,773	50,18	
19/02/2020	7,553	3,224	4,519	
22/02/2020	6,051			2,28
23/02/2020	7,632	2,804	4,259	2,915